

# Utjecaj fizičke aktivnosti na izabrane laboratorijske i kliničke parametre u mačaka pasmine Maine Coon

---

**Matej, Krištić**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2021**

*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:178:884536>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-30**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
VETERINARSKI FAKULTET

Matej Krištić

Utjecaj fizičke aktivnosti na izabrane laboratorijske i kliničke parametre u  
mačaka pasmine Maine Coon

Diplomski rad

Zagreb, 2021.

Ovaj rad izrađen je na Zavodu za rendgenologiju, ultrazvučnu dijagnostiku i fizikalnu terapiju i Klinici za unutarnje bolesti Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod vodstvom mentora izv. prof. dr. sc. Zorana Vrbanca, dr. med. vet. i doc. dr. sc. Ive Šmit, dr. med. vet.

Predstojnici:

Zavod za rendgenologiju, ultrazvučnu dijagnostiku i fizikalnu terapiju:

prof. dr. sc. Damir Stanin

Klinika za unutarnje bolesti:

izv. prof. dr. sc. Ivana Kiš

Mentori:

izv. prof. dr. sc. Zoran Vrbanac

doc. dr. sc. Iva Šmit

Članovi povjerenstva za obranu diplomskog rada:

1. izv. prof. dr. sc. Nika Brkljača Bottegaro

2. doc. dr.sc. Iva Šmit

3. izv. prof. dr. sc. Zoran Vrbanac

4. prof. dr. sc. Damir Stanin

## SADRŽAJ

1.	UVOD .....	1
2.	PREGLED REZULTATA DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA .....	3
2.1.	Anatomija skeletnog mišića i mehanizam kontrakcije.....	3
2.1.1.	Mišići tijekom rada .....	4
2.2.	Regulacija tjelesne temperature tijekom fizičke aktivnosti .....	4
2.3.	Regulacija disanja tijekom fizičke aktivnosti .....	6
2.4.	Regulacija bila tijekom fizičke aktivnosti .....	6
2.5.	Regulacija laktata tijekom fizičke aktivnosti .....	8
2.6.	Regulacija kreatin kinaze tijekom fizičke aktivnosti.....	9
3.	MATERIJALI I METODE.....	11
3.1.	Životinje.....	11
3.2.	Protokol.....	13
3.3.	Redoslijed izvođenja istraživanja .....	14
3.4.	Istraživani parametri .....	14
3.5.	Statistička analiza podataka .....	15
4.	REZULTATI.....	16
4.1.	Tjelesna temperatura.....	17
4.2.	Frekvencija disanja.....	19
4.3.	Frekvencija bila .....	21
4.4.	Koncentracija laktata u krvi.....	23
4.5.	Koncentracija kreatin kinaze u krvi .....	25
4.6.	Ostali pokazatelji.....	27
5.	RASPRAVA.....	29
6.	ZAKLJUČCI .....	32
7.	LITERATURA .....	33
8.	SAŽETAK.....	38
9.	SUMMARY .....	39
10.	ŽIVOTOPIS.....	40

*Zahvaljujem izv. prof. dr. sc. Zoranu Vrbancu i doc. dr. sc. Ivi Šmit na ukazanom povjerenju, brojnim savjetima, susretljivosti, razumijevanju i strpljenju, čime su mi uvelike pomogli pri izvedbi eksperimentalnog i izradi pismenog dijela diplomskog rada.*

*Dodatno zahvaljujem izv. prof. dr. sc. Zoranu Vrbancu na mentorstvu i srdačnoj pomoći pri studiranju i stjecanju dodatnog znanja u teoriji i praksi iz područja opće rendgenologije i fizikalne terapije u veterinarskoj medicini.*

*Zahvaljujem doc. dr. sc. Diani Brozić na nesebičnoj pomoći prilikom provedbe statističke analize.*

*Zahvaljujem djelatnicima Laboratorija Klinike za unutarnje bolesti na Veterinarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu na pomoći prilikom određivanja hematoloških i biokemijskih pokazatelja u svrhu ovog istraživanja.*

*Zahvaljujem dr. med. vet. Andrei Martinović, dr. med. vet. Matiji Mešku, a posebno dr. med. vet. Ines Gulić na utrošenom vremenu i ustupanju mačaka za potrebe ovog istraživanja.*

*Posebno zahvaljujem svojim roditeljima, sestri i braći, prijateljima te ostatku obitelji na podršci i motivaciji tijekom školovanja.*

*Najviše zahvaljujem Antoneli na neizmjenoj podršci i što nikada nije prestala vjerovati u mene te, kao šećer na kraju, zahvaljujem Rebeki, izvoru beskrajne motivacije i učenja.*

## KRATICE

**ADP** = adenzin-difosfat (engl. *adenosine diphosphate*)  
**Alb** = koncentracija albumina  
**AP** = koncentracija alkalne fosfataze (engl. *alkaline phosphatase*)  
**AST** = koncentracija aspartat-aminotransferaze  
**ATP** = adenzin-trifosfat (engl. *adenosine triphosphate*)  
**B** = frekvencija bila  
**Baz** = broj bazofila  
**bpm<sup>1</sup>** = udarci u minuti (engl. *beats per minute*)  
**bpm<sup>2</sup>** = udisaji u minuti (engl. *breaths per minute*)  
**Brb** = koncentracija bilirubina  
**Ca** = koncentracija kalcija  
**CLK** = ciklus limunske kiseline  
**CO<sub>2</sub>** = ugljični dioksid  
**CRT** = vrijeme kapilarnog punjenja (engl. *capillary refill time*)  
**D** = frekvencija disanja  
**Eo** = broj eozinofila  
**HCT** = hematokrit (engl. *haematocrit*)  
**HGB** = hemoglobin  
**KK** = kreatin kinaza (također i – koncentracija kreatin kinaze u krvi)  
**KK-MB** = izoenzim kreatin kinaze  
**LAC** = koncentracija laktata u krvi (engl. *lactate concentration*)  
**LDH** = koncentracija laktat-dehidrogenaze  
**Lim** = broj limfocita  
**MCH** = prosječni sadržaj hemoglobina u eritrocitu (engl. *mean corpuscular hemoglobin*)  
**MCHC** = prosječna koncentracija hemoglobina u eritrocitima (engl. *mean corpuscular hemoglobin concentration*)  
**MCV** = prosječni volumen eritrocita (engl. *mean corpuscular volume*)  
**Mo** = broj monocita  
**MPV** = prosječni volumen trombocita (engl. *mean platelet volume*)  
**NAD<sup>+</sup>** = nikotinamid-adenin dinukleotid  
**Neseg** = broj nesegmentiranih leukocita  
**O<sub>2</sub>** = kisik  
**PLT** = broj trombocita (engl. *platelet*)  
**RBC** = broj eritrocita (engl. *red blood cells*)  
**RDW** = distribucija eritrocita po volumenu (engl. *red cell distribution width*)  
**Sg** = broj segmentiranih leukocita  
**T** = tjelesna temperatura  
**TG** = koncentracija triglicerida  
**UK** = koncentracija ukupnog kolesterola  
**U/L** = katalitička koncentracija (engl. *units per liter*)  
**UP** = koncentracija ukupnih proteina  
**WBC** = broj bijelih krvnih stanica (engl. *white blood cells*)

## Popis priloga

1. <b>Slika 1.</b> Lohmannova reakcija katalizirana od strane kreatin kinaze.....	10
2. <b>Slika 2.</b> Mačka pasmine Maine Coon na pokretnoj traci prilikom izvođenja vježbe. Korištenje igračke za motivaciju.....	11
3. <b>Slika 3.</b> Mačka pasmine Maine Coon pokretnoj traci prilikom izvođenja vježbe. Korištenje strunjače kao zaštite i zapreke te korištenje sigurnosne orme.....	13
4. <b>Slika 4.</b> Dijagramni prikaz statističke analize Tukeyjevim višestruko uspoređujućim testom značajnosti razlika vrijednosti unutar svake od pet skupina podataka temperature.....	18
5. <b>Slika 5.</b> Dijagramni prikaz statističke analize Tukeyjevim višestruko uspoređujućim testom značajnosti razlika vrijednosti unutar svake od pet skupina podataka frekvencije disanja.....	20
6. <b>Slika 6.</b> Dijagramni prikaz statističke analize Tukeyjevim višestruko uspoređujućim testom značajnosti razlika vrijednosti unutar svake od pet skupina podataka frekvencije bila.....	22
7. <b>Slika 7.</b> Dijagramni prikaz statističke analize Tukeyjevim višestruko uspoređujućim testom značajnosti razlika vrijednosti unutar svake od pet skupina podataka koncentracije laktata u krvi.....	24
8. <b>Slika 8.</b> Dijagramni prikaz statističke analize Wilcoxonovim testom sume rangova značajnosti razlika vrijednosti unutar svake od skupina podataka koncentracije u krvi kreatin kinaze prije i neposredno nakon treninga.....	26
9. <b>Tablica 1.</b> Deskriptivna statistika za vrijednosti temperature tijekom izvođenja vježbe.....	17
10. <b>Tablica 2.</b> Deskriptivna statistika za vrijednosti frekvencije disanja tijekom izvođenja vježbe.....	19
11. <b>Tablica 3.</b> Deskriptivna statistika za vrijednosti frekvencije bila tijekom izvođenja vježbe.....	21
12. <b>Tablica 4.</b> Deskriptivna statistika za vrijednosti koncentracije laktata u krvi tijekom izvođenja vježbe.....	23
13. <b>Tablica 5.</b> Deskriptivna statistika za vrijednosti koncentracije kreatin kinaze u krvi tijekom izvođenja vježbe.....	25
14. <b>Tablica 6.</b> Deskriptivna statistika za vrijednosti svih ostalih pokazatelja pregledanih u ovome radu, a koji nisu detaljno obrađeni.....	27

## 1. UVOD

U mačaka, fizička aktivnost rezultira fiziološkim promjenama u organizmu, kao odgovor na napor, odnosno stres. Kakav će biti odgovor organizma i kojeg intenziteta ovisi prvenstveno o trajanju i intenzitetu same fizičke aktivnosti. Tijekom fizičke aktivnosti poznato je da raste temperatura tijela, što je kod ljudi kontrolirano pomoću mehanizama rasipanja topline, u prvom redu evaporacijom i znojenjem. Kod mačaka, glavni put rasipanja topline je kroz respiratorni sustav, a ne znojenjem (GREENLEAF i sur., 1976.; LEWIS i FOSTER, 1976.).

No, respiratorni se sustav u mačaka za vrijeme fizičke aktivnosti ne aktivira isključivo radi otklanjanja viška topline, već i radi ubrzanja metabolizma, što bi vodilo u metaboličku acidozu, stoga se povećavaju potrebe za kisikom, a smanjuju potrebe za CO<sub>2</sub> te se pojačanim i ubrzanim disanjem vrši kontrola metabolizma (DAVIS i sur., 1980.). Općenito je prihvaćeno da kontrolu ovog mehanizma vrši kombinacija neuralnih i humoralnih pokretača (PATERSON, 1992.).

Srčana frekvencija ili bilo jedan je od najčešće korištenih parametara u veterinarskoj medicini i njegovo odstupanje prvi je pokazatelj raznih patoloških stanja, ali je isto tako i povećana frekvencija bila ili tahikardija fiziološki odgovor organizma na fizičku aktivnost. Općenito je bilo kontrolirano ravnotežom između aktivnosti parasimpatičkog i simpatičkog živčanog sustava na sinus-atrijski čvor (YAMAMOTO i sur., 1991.).

Navedene su promjene najčešće te najlakše uočljive ili registrirajuće prilikom fizičke aktivnosti, ali i prilikom raznih patoloških stanja, stoga su one sastavni dio općeg veterinarskog kliničkog pregleda. No, kako se za vrijeme fizičke aktivnosti povećava koncentracija laktata, potrebno je i njega pobliže promotriti. Poveznice intenziteta vježbe i pojave laktata s metaboličkom acidozom imaju dugu povijest i puno se istraživanja provelo na tu temu te se nekoć smatralo da anaerbioza *per se* uzrokuje stvaranje laktata; danas nam znanost govori i drugačije (MYERS i ASHLEY, 1997.).

Kreatin kinaza (KK) zadnji je parametar motren u ovom radu, budući da je to enzim koji katalizira stvaranje adenzin-trifosfata (ATP-a) te je u uskoj vezi s enzimima koji koriste ATP



i njime ih opskrbljuje. Na taj način KK opskrbljuje energetski visoko zahtjevne procese pa tako njegova koncentracija raste u uvjetima potražnje za energijom, kao što je fizička aktivnost (BREWSTER, 2006.).

Ciljevi ovoga rada bili su uočiti postoje li uzorci promjena određenih laboratorijskih i kliničkih parametara pod utjecajem fizičke aktivnosti kod mačaka pasmine Maine Coon te uočiti postoje li uzorci promjena istih parametara prilikom povećavanja intenziteta i trajanja fizičke aktivnosti.

## **2. PREGLED REZULTATA DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA**

Fizička je aktivnost definirana kao „pokretanje tijela uzrokovano kontrakcijama skeletnog mišićja koje uvelike povećava potrošnju energije“ (US Department of Health and Human Services, 1996.). Ta definicija, dakle, pokriva golem spektar ljudskog i životinjskog kretanja, od sportskih treninga i natjecanja sve do rekreativnih vježbi i radnji koje su uključene u svakodnevni život. S druge strane, fizička je neaktivnost opisana kao stanje u kojem je kretanje tijela minimalno, a utrošak je energije približan metabolizmu u mirovanju (IARC, 2002.; MILES, 2007.).

### **2.1. Anatomija skeletnog mišića i mehanizam kontrakcije**

Fizička je aktivnost općeprisutna, a bez prisutnosti kontrakcija skeletnog mišićja ne bi bila moguća. Da bi se pobliže objasnila fiziologija te mehanizam mišićne kontrakcije i lokomocije, prvenstveno bi se trebala poznavati anatomija skeletnog mišića. Svaki se skeletni mišić sastoji od snopa mišićnih vlakana, od kojih je svako sastavljeno od nekoliko stotina do nekoliko tisuća miofibrila – štapićastih građevnih jedinica mišićnih vlakana. Svaki se miofibril sastoji od miozinskih i aktinskih filamenata, odnosno niti sastavljenih od istoimenih proteina koje leže jedna uz drugu i zastupljene su u miofibrilu u omjeru 1:2 u korist aktinskih filamenata (GUYTON i HALL, 1999.). Miozinski su filamenti gušći i raspoređeni tako da rjeđi aktinski filamenti, koji se na jednom kraju spajaju tvoreći Z-liniju, ulaze između miozinskih filamenata. Uslijed tih razlika u gustoći i zbog same pozicije filamenata, miofibril izgleda kao da je prošaran naizmjenice tamnim i svijetlim prugama (JONES i ROUND, 1990.). Ta specifična pozicija aktinskih i miozinskih filamenata nije beznačajna; naprotiv, ona je sastavni dio mehanizma kontrakcije mišića, koji uključuje klizanje aktinskih filamenata uz miozinske. Kad je mišić relaksiran aktinski se filamenti preklapaju preko miozinskih, ali se jedva imalo preklapaju sa susjednim aktinskim filamentima, onima s kojima nisu povezani u Z-liniju. Međutim, kada dođe do kontrakcije, uzrokovane interakcijom poprečnih mostova između aktinskih i miozinskih filamenata, aktinski filamenti privuku Z-linije prema krajevima miozinskih te se aktinski filamenti u ovom stanju izrazito preklapaju preko susjednih aktinskih, a još više preko miozinskih filamenata, do te mjere da preko njih klize. Naravno, da bi se cijeli ovaj proces odvio, potrebna je energija, a ona se oslobađa hidrolizom ATP-a (HUXLEY, 1974.; EISENBERG i GREENE, 1980.; GUYTON i HALL, 1999.).

### **2.1.1. Mišići tijekom rada**

Mišići različito reagiraju na fizičku aktivnost jer se međusobno razlikuju anatomske, fiziološke, ali i na molekularnoj razini. Razlike se uočavaju između pojedinih mišića iste jedinke, a još su veće individualne, spolne, dobne, pasminske i vrsne razlike. Razlog tome je taj što mišići imaju različite postotke tzv. brzih i sporih vlakana, vlakana nazvanih prema brzini reakcije miozinske ATP-aze, enzima koji katalizira hidrolizu miozinskog ATP-a (GOODMAN i sur., 2008.). Tako mišići koji se koriste za nagle pokrete poput skokova, udaraca i sl. imaju više brzih vlakana, dok mišići s više sporih vlakana služe za akcije izdržljivosti, poput stajanja, hodanja i sl. Spora vlakna okružena su većim brojem kapilara te su sastavljena od većeg broja mitohondrija i mioglobina, što za posljedicu ima znatno veći potencijal za oksidaciju nego u brzim vlaknima, prijeko potrebnu za dugotrajnije kontrakcije mišića. Brza su vlakna, naprotiv, deblja, što im omogućuje jaču kontrakciju te sadrže veliku količinu glikolitičkih enzima, ključnih za brzo dovođenje energije. Međutim, mišići se, posljedično mišićnom umoru nastalom pri dugotrajnim ili snažnim mišićnim kontrakcijama, prilagođavaju te tako mogu mijenjati i zastupljenost mišićnih vlakana, no ipak u maloj mjeri. Lakše uočljive, ali i učestalije prilagodbe mišića na rad ili na njegov nedostatak su povećanje ukupne mišićne mase – mišićna hipertrofija i smanjenje te mase – mišićna atrofija (SECHER i sur., 1984.; GUYTON i HALL, 1999.).

### **2.2. Regulacija tjelesne temperature tijekom fizičke aktivnosti**

Tjelesna temperatura jedan je od najčešće korištenih pokazatelja u veterinarskoj kliničkoj praksi zato što u fiziološkim uvjetima ima vrlo mala odstupanja. Drugim riječima, ona je relativno pouzdan pokazatelj fizioloških ili patoloških promjena u organizmu. Najčešći fiziološki uzroci povišenja tjelesne temperature su fizička aktivnost te uzbuđenost, odnosno stres (RAMADAN i HARAPIN, 1998.). Tijekom fizičke aktivnosti, znatno se povećava metabolička proizvodnja topline, od strane reakcija uključenih u opskrbljivanje mišića energijom. Ta se topline mora zatim transportirati u kožu te izbaciti iz organizma, no prilikom fizičke aktivnosti, mehanizmi izbacivanja viška topline ne mogu izbaciti toliko topline koliko se stvara pa se tako povisuje temperatura tijela, koju otkrivaju termoreceptori smješteni u hipotalamusu. Da se tijelo ne pregrije i kako bi se višak topline ipak uspio izbaciti, hipotalamus

izaziva perifernu vazodilataciju kako bi što više krvi otišlo u kožu te dolazi do znojenja, prvenstveno u ljudi (GLEESON, 1998.; LIM i sur., 2008.).

U mačaka se također kao prvi odgovor na povišenje tjelesne temperature javlja periferna vazodilatacija te se ovim načinom i radijacijom preko kože uklanja većina topline iz tijela. No, kod povišenih atmosferskih temperatura ili ako mačke podlegnu nekom obliku fizičke aktivnosti pri kojima se nakuplja više topline, kao i kod ljudi, periferna vazodilatacija više nije dostatna za izbacivanje viška topline. U tom se slučaju, za razliku od ljudi, ne inicira znojenje od strane hipotalamusa, već hiperventilacija ili dahtanje. Istraživanja su pokazala da se izbacivanje viška topline hiperventilacijom odvija u gornjim dišnim putevima i farinksu, a ne u plućima (LEWIS i FOSTER, 1976.).

Centar za dahtanje kao odgovor na visoku tjelesnu temperaturu nalazi se u talamusu, premda je u mačaka, kao i u pasa, poznat refleks dahtanja. Refleks dahtanja smatra se uvjetovanim refleksom, iako je nemoguće odgovoriti na pitanje je li svaki slučaj refleksa dahtanja uvjetovan. No, obzirom da je nemoguće izazvati taj refleks kod anesteziranih mačaka ili pasa jer oni reagiraju dahtanjem puno kasnije, preko navedenog centra za dahtanje, to zapravo potkrepljuje činjenicu o refleksu dahtanja kao uvjetovanom refleksu (HAMMOUDA, 1933.). Nadalje, istraživanje koje je 1933. godine proveo Hammouda dodatno potvrđuje da je riječ o uvjetovanom refleksu. Naime, pripremio je kutiju koja se mogla zagrijati na 45 °C te je u nju kroz određeni period na određeno vrijeme stavljao psa. Prvenstveno je kutija bila negrijana pa pas ni u jednom trenutku nije dahtao, nakon čega je kutiju zagrijao i u nju stavljao psa jednom do dvaput dnevno na nekoliko minuta, postupno skraćujući vrijeme izlaganja toplini. Kroz to je vrijeme pas u kutiji dahtao, maksimalnom frekvencijom disanja od 150 – 200 bpm, katkad počevši u trenutku stavljanja u kutiju. Nakon 41 izlaganja toplini, pas je stavljen u istu tu kutiju koja tada nije bila zagrijana. 30 sekundi nakon uvođenja u hladnu kutiju psu je frekvencija disanja porasla s 22 na 60 – 80 bpm, a u narednoj minuti na 120 bpm (HAMMOUDA, 1993.).

### **2.3. Regulacija disanja tijekom fizičke aktivnosti**

Mehanizam koji vodi do hiperpneje, odnosno ubrzanog disanja, tijekom izvođenja fizičke aktivnosti još uvijek nije detaljno objašnjen. Za vrijeme umjerene fizičke aktivnosti, ali i pri napornom mišićnom radu kod treniranih i sportskih životinja i ljudi, bez obzira što se potrebe za kisikom ( $O_2$ ) i stvaranje ugljičnog dioksida ( $CO_2$ ) znatno povećaju, tlak kisika i tlak ugljičnog dioksida te pH ostaju relativno konstantni. Međutim, niti povećanje  $O_2$  niti povećanje  $CO_2$  ne utječu na povećanu frekvenciju disanja, tako da hipoteza o kemijskim receptorima kao izvorima stimulacije hiperventilacije ne daje zadovoljavajuće rezultate te je stoga i odbačena (GUYTON i HALL, 1999.). Također, smatralo se da za vrijeme fizičke aktivnosti kontrakcije mišića, koje uzrokuju njihovo povišenje temperature, pokreću kaskadnu reakciju mehaničkih receptora smještenim u njima koji šalju signale u mozak te na taj način dolazi do hiperpneje. Premda ova teorija nije odbačena, još uvijek nije dokazano da postoji neki oblik mehanizma povratne sprege, poput navedenog, koji utječe na kontrolu ventilacije za vrijeme mišićnog napora (ELDRIDGE, 1981.). Krogh i Lindhard su u svome radu objavljenom 1913. godine došli do zaključka da povišenje frekvencije disanja nije refleksno, već predvođeno živčanim impulsima motornog korteksa koji upravlja mišićem u radu te ih šalje u respiratorni centar. Ovaj je mehanizam neuralno uvjetovan te za njega nije potreban mehanizam povratne sprege, ali ta hipoteza nikad nije bila ekperimentalno potvrđena (KROGH i LINDHARD, 1913.). Kako bi pomnije proučili i objasnili mehanizam koji bi mogao biti odgovoran za povišenje frekvencije disanja za vrijeme fizičke aktivnosti, Eldridge i sur. su 1981. godine proučavali neanestezirane mačke, kojima je bila odstranjena kora velikog mozga, dok su se kretale po pokretnoj traci. Njihovi su rezultati pokazali da su vrijednosti frekvencije disanja rasle proporcionalno ubrzavanju pokretne trake, što sugerira da neki neuralno vodeći mehanizam u razinama iznad respiratornih centara u kori velikog mozga vrši kontrolu disanja za vrijeme fizičke aktivnosti. Za taj bi mehanizam mogao biti odgovoran hipotalamus (ELDRIDGE, 1981.).

### **2.4. Regulacija bila tijekom fizičke aktivnosti**

Izvođenje bilo kakve fizičke aktivnosti uzrokuje veće potrebe za kisikom, a za to je, uz dišni, odgovoran i kardiovaskularni sustav. Uslijed povećanih potreba za kisikom, prvenstveno dolazi do nepotpune oksigenacije krvi u plućima, na što kompenzirajući reagira simpatička

grana autonomnoga živčanog sustava izazivajući jačanje kontrakcija miokarda te povišenje frekvencije bila, uzrokujući veći obujam krvi u cirkulaciji (GROVER i sur., 1986.). Usto, simpatička grana djeluje i na perifernu cirkulaciju, izazivajući vazokonstrukciju, kako bi se dodatno povećao obujam krvi u unutarnjim organima. Osim većih potreba za kisikom, tijekom izvođenja fizičke aktivnosti, krvni se tlak povisuje, što će detektirati baroreceptori, čiji su završeci smješteni uglavnom na medijalno-adventicijskoj granici krvnih žila. To su mehanoreceptori koji refleksno reagiraju na rastezanje krvnih žila te na taj način otkrivaju promjene krvnog tlaka (KIRCHHEIM, 1976.). Povišenje krvnog tlaka uzrokovat će stimulaciju baroreceptora te ubrzavanje slanja signala od strane baroreceptora prema centru u mozgu, što će za posljedicu imati povećanu kardijačnu parasimpatičku aktivnost, a smanjenu simpatičku. Sve navedeno rezultirat će vazodilatacijom, a samim time i snižavanjem krvnog tlaka te tako baroreceptori tvore sustav koji održava cirkulatornu homeostazu (CARTER i sur., 2003.).

Frekvencija bila jedan je od vitalnih znakova pa samim time i ključ svakog kliničkog pregleda. No, pri pregledu veterinarskih pacijenata, a napose mačaka, okolišni čimbenici mogu utjecati na interpretaciju kliničkih kardiovaskularnih parametara, prvenstveno na krvni tlak i frekvenciju bila (ABBOTT, 2005.). Sličan fenomen kod ljudi naziva se „efekt bijele kute“. Ayman i Goldshine su još 1940. godine prepoznali da su vrijednosti krvnoga tlaka mjerene u klinikama više od onih mjerene kod kuće. Iako fiziološki uzrok za „efekt bijele kute“ nije precizno utvrđen, pretpostavlja se da je to obrambena reakcija organizma koji uključuje simpatički živčani sustav kao odgovor na stres uzrokovan kliničkim prostorom i ambijentom (AYMAN i GOLDSHINE, 1940.). Belew i sur. su 1999. godine u svojem istraživanju pokušali su utvrditi postoji li „efekt bijele kute“ kod mačaka koristeći radiotelemetričke implantate za mjerenje krvnoga tlaka i frekvencije bila u 13 mačaka prvo u svojim kućama, nesmetano, a zatim, s odmakom od 24 sata, u veterinarskoj ambulanti. Autori su zapazili da mačke također doživljavaju navedeni efekt, s obzirom da je prosječni krvni tlak mjeren u veterinarskoj ambulanti bio viši za  $17.6 \pm 1.5$  mm Hg, u odnosu na krvni tlak mjeren kod kuće. Premda se u narednim dolascima u veterinarsku ambulantu razlika smanjivala, ona nikad nije nestala, stoga autori aludiraju na oprez veterinaru pri ocjenjivanju krvnoga tlaka mačaka mjenog u veterinarskim ambulantama i bolnicama (BELEW i sur., 1999.).

Parrish i sur. su 1991. godine uspoređivali krvni tlak, frekvenciju bila te disanje kao odgovor na statičku kontrakciju mišića stražnje noge u sediranih mačića i odraslih mačaka kako bi ocijenili funkciju refleksa koji nastaje prilikom mišićne kontrakcije i uzrokuje povišenje

vrijednosti navedenih kliničkih parametara u odraslih životinja. Otkrili su da je povišenje sistoličkog tlaka i frekvencije bila u mačića bilo znatno niže nego u odraslih mačaka, dok je disanje kao odgovor bio sličan u obje starosne skupine. Također su stimulirali aferente ishijadičnog živca te barorefleks u svrhu usporedbe s primarnim refleksom te su promjene u sistoličkom tlaku i frekvenciji bila u obje starosne skupine bile slične, što im je za zaključak dalo da mačići imaju, u odnosu na odrasle mačke, slabiji odgovor frekvencije bila i krvnoga tlaka na kontrakciju mišića. Autori pretpostavljaju da je postnatalni razvoj ovog refleksa posljedica sazrijevanja integrativnih i modulacijskih mehanizama u središnjem živčanom sustavu (PARRISH i sur., 1991.).

## 2.5. Regulacija laktata tijekom fizičke aktivnosti

Stryer 1991. godine navodi da je laktat glavna sirovina za glukoneogenezu, ali da su za njegovo stvaranje obavezno potrebni anaerobni uvjeti u skeletnom mišićju. Laktat se u mišićima stvara redukcijom iz piruvata pri čemu nastaje nikotinamid-adenin dinukleotid ( $\text{NAD}^+$ ), glavni izvor energije tijekom anoksije.  $\text{NAD}^+$  se konvertira u  $\text{NADH}$  tijekom glikolize, ali se i regenerira ponovnom redukcijom piruvata u laktat. (STRYER, 1991.).



Nadalje, laktat se krvlju transportira u jetru gdje se, prema potrebi, opet nazad prevodi u piruvat, koji se u metaboličkom putu glukoneogeneze prevodi u konačnici u glukozu. Kada je u mišićima, glukoza se u metaboličkom putu glikolize može nazad prevesti u piruvat i na taj se način zatvara ciklus koji za primarnu funkciju ima prebacivanje metaboličkog opterećenja s mišića na jetru, nazvan Corijev ciklus (STRYER, 1991.; COHEN i SIMPSON, 1975.).

Iako je s biokemijskog i molekularnog stanovišta sve navedeno znanstveno potkrepljeno, postoje istraživanja, a pogotovo zadnjih godina, koja pitaju nužnosti anaerobnih uvjeta za stvaranje laktata stvaljaju u prvi plan. Tako Brooks u svome radu 2007. godine navodi

da se laktat stvara i konstantno koristi prilikom potpuno aerobnih uvjeta. Aktivni skeletni mišić istovremeno stvara i iskorištava laktat na način da se velika količina laktata stvorena u glikolitičkim vlaknima mišića oksidira od strane susjednih oksidativnih mišića (BROOKS, 2007.). Laktat se uklanja uglavnom oksidacijom, a u manjoj mjeri glukoneogenezom (DONOVAN i BROOKS, 1983.; BROOKS, 1986.). Kako bi detaljnije istražili biokemijske puteve te uklanjanje laktata, Donovan i Brooks su 1983. godine prikazali aktivni promet laktata tijekom odmora te uočili linearno povećanje u produkciji laktata povećanjem težine treninga i povećanim potrebama za kisikom. Nadalje, prikazali su samo 25 % uklanjanja laktata preko Corijevog ciklusa tijekom fizičke aktivnosti, a čak 75 % oksidacijom (DONOVAN i BROOKS, 1983.).

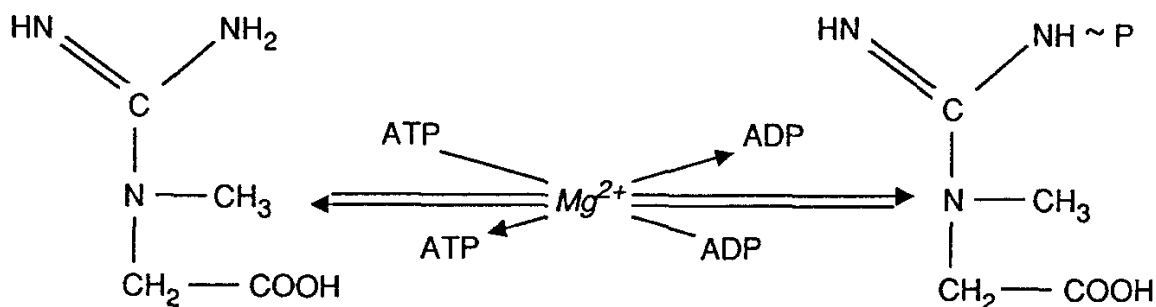
## **2.6. Regulacija kreatin kinaze tijekom fizičke aktivnosti**

Kreatin kinaza (KK) već se dugo koristi kao alat za dijagnosticiranje i praćenje miokardnih infarciranja u ljudi; a pogotovo uvođenjem mjerenja KK-MB izoenzima, f koji je specifičan za miokardij čovjeka. S druge strane, u životinja se kreatin kinaza većinom koristi kao biomarker za otkrivanje oštećenja skeletnog mišićja – ili kod nutritivnih miopatija ili kod oštećenja mišića uzrokovanih vježbom (AKTAS i sur., 1993.).

Mišićima energija u obliku ATP-a mora u svakom trenutku biti lako i brzo dostupna, a pogotovo za vrijeme fizičke aktivnosti. Hidrolizom ATP-a nastaje adenzin difosfat (ADP) i anorganski fosfat. Budući su mišići veliki potrošači, zalihe ATP-a u mišićima potroše se pri fizičkoj aktivnosti za manje od jedne sekunde. Ipak, taj je problem riješen pomoću fosfokreatina, spoja koji, figurativno govoreći, predstavlja spremnik fosfata. Obzirom da je fosforilna skupina ono što nedostaje ADP-u da se konvertira u ATP, fosfokreatin svoju fosforilnu skupinu, uz katalitičko prisustvo KK-a, vrlo lako prenosi ADP-u te se ovim putem na jednostavan način može uštedjeti i regenerirati značajna količina energije (STRYER, 1991.). Navedena se reakcija naziva još i Lohmannova reakcija (Slika 1.) (AKTAS i sur., 1993.).







**Slika 1.** Lohmannova reakcija katalizirana od strane kreatin kinaze (AKTAS i sur., 1993.).

Lohmannova je reakcija vrlo važna u skeletnim i miokardijalnim mišićnim stanicama, u kojima KK omogućava nakupljanje energije u obliku fosfokreatina, kad su potrebe male. Kad se potrebe povećaju, KK omogućava brzu obnovu intracelularnih zaliha ATP-a nužnu za kontrakciju mišića (ATKAS, 1993.). KK također vrlo brzo opskrbljuje ATP-om enzime koje koriste ATP, kao što su  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATP-aza,  $\text{Ca}^{2+}$ -ATP-aza i miozin ATP-aza. Na taj način vrlo brzo opskrbljuje procese koji zahtjevaju puno energije, poput kardiovaskularne kontrakcije ili popravak oštećenih arterija (BREWSTER, 2006.). Vjeruje se da relativno visoka aktivnost KK-a, pogotovo u arterijama uzrokuje povišenje krvnoga tlaka (BREWSTER, 2000.).

### 3. MATERIJALI I METODE

#### 3.1. Životinje

U ovo istraživanje uključeno je šesnaest netreniranih, zdravih mačaka pasmine Maine Coon srednje vrijednosti godina ( $\pm$  SD) 4,0 ( $\pm$  2,4) godine, a srednje tjelesne mase ( $\pm$  SD) 6,4 ( $\pm$  2,0) kg. Mačke su bile oba spola, 10 mužjaka i 6 ženki od kojih 8 kastriranih i 8 nekastriranih. Sve su mačke prije početka istraživanja bile podvrgnute općem kliničkom pregledu, koji je uključivao uzimanje anamneze od vlasnika, inspeksijski pregled građe, gojnog stanja i ponašanja životinja, pregled vidljivih sluznica i limfnih čvorova, mjerenje frekvencija bila, disanja i tjelesne temperature (trijasa), provjeru vremena kapilarnog punjenja (CRT) te auskultaciju srca i pluća. Mačke su bile podvrgnute općem kliničkom pregledu kako bi se isključile bolesna stanja koja bi mogla utjecati na ishod istraživanja, ali su se i vrijednosti određenih parametara koristile u svrhu samog istraživanja. Mačkama se dodatno, u svrhu istraživanja, proširio opći klinički pregled na mjerenje tjelesne mase vaganjem, mjerenje koncentracije laktata te na uzimanje krvi za određivanje hematoloških i biokemijskih parametara.



**Slika 2.** Mačka pasmine Maine Coon na pokretnoj traci prilikom izvođenja vježbe. Korištenje igračke za motivaciju.

Mačke su bile podvrgnute fizičkoj aktivnosti na pokretnoj traci (Fit Fur Life Ltd., Professional Model, Surrey, Great Britain), koja ima mogućnost podešavanja brzine te mjerenja iste uz mjerenje prijeđenog puta i vremena provedenog u fizičkoj aktivnosti. Tjelesna je temperatura mjerena termometrom za medicinske svrhe, frekvencija bila pomoću tlakomjera (High Definition Oscillometry device; S + B MedVET, Germany) te palpatornom metodom na bazi srca, a vrijednosti frekvencije disanja propedeutičkom metodom inspekcije. Mjerenje frekvencije bila pomoću tlakomjera se u svakom mjerenju ponavljalo tri puta te se iz dobivenih vrijednosti izračunala srednja vrijednost, a palpatorna metoda na bazi srca koristila se samo kao provjera. Za vaganje se koristila standardna vaga za životinje. Krv se uzimala pomoću igle iz *vena cephalica antebrachii* te se slala na određivanje hematoloških i biokemijskih pokazatelja u Laboratorij Klinike za unutarnje bolesti na Veterinarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Vrijednosti laktata određivale su se pomoću laktatometra (Lactate Scout, SensLab GmbH, Germany). Svi podaci mačaka su se upisivali u VEF-Fe protokol.

Pokretna je traka bila bočno zaštićena dvama ogradama, a sa stražnje je strane postavljena strunjača kao zapreka da mačke ne bi pobjegle ili se ozlijedile. U svrhu zaštite od mogućeg pada ili ozljede, svaka je mačka prilikom vježbe na pokretnoj traci bila osigurana sigurnosnom ormom. Također je ispred same pokretne trake za vrijeme izvođenja vježbe stajao vlasnik koji ih je po potrebi motivirao dozivanjem ili korištenjem igračaka.



**Slika 3.** Mačka pasmine Maine Coon na pokretnoj traci prilikom izvođenja vježbe. Korištenje strunjače kao zaštite i zapreke te korištenje sigurnosne orme.

### 3.2. Protokol

Svaka je mačka bila podvrgnuta fizičkoj aktivnosti kretanja na pokretnoj traci do maksimalne iscrpljenosti, odnosno do onog trenutka kad su mačke počele dahtati i/ili pokazivale znakove nekoordiniranog kretanja. Početna brzina pokretne trake za svaku je mačku bila 0,6 km/h, a svake se minute povećavala brzina za 0,2 km/h do kraja testa. Po završetku treninga, zabilježeni su vrijeme, brzina i prijeđeni put kretanja te je ponovljen dijagnostički postupak prije testa – određivanje vrijednosti trijasa i laktata te uzimanje krvi za određivanje hematoloških i biokemijskih parametara. Svaka je mačka zatim ostavljena da se odmara u prijenosnoj košari, za koje im se vrijeme u intervalima od 15 min, 30 min i 60 min nakon završetka treninga ponovno određivao trijas i koncentracija laktata u krvi.

### **3.3. Redoslijed izvođenja istraživanja**

1. Opći veterinarski klinički pregled
2. Određivanje vrijednosti parametara (tjelesna temperatura, frekvencija bila, frekvencija disanja, hematološki i biokemijski pokazatelji te koncentracija laktata u krvi)
3. Izvođenje vježbe na pokretnoj traci uz bilježenje prijednog puta, brzine te proteklog vremena
4. Određivanje vrijednosti parametara odmah po završetku vježbe (tjelesna temperatura, frekvencija bila, frekvencija disanja, hematološki i biokemijski pokazatelji te koncentracija laktata u krvi)
5. Određivanje vrijednosti parametara 15 minuta nakon završetka vježbe (tjelesna temperatura, frekvencija bila, frekvencija disanja i koncentracija laktata u krvi)
6. Određivanje vrijednosti parametara 30 minuta nakon završetka vježbe (tjelesna temperatura, frekvencija bila, frekvencija disanja i koncentracija laktata u krvi)
7. Određivanje vrijednosti parametara 60 minuta nakon završetka vježbe (tjelesna temperatura, frekvencija bila, frekvencija disanja i koncentracija laktata u krvi)

### **3.4. Istraživani parametri**

Parametri iz prve skupine su sljedeći: tjelesna temperatura, bilo, disanje i koncentracija laktata.

Parametri iz druge skupine su sljedeći: broj bijelih krvnih stanica (WBC), broj eritrocita (RBC), hemoglobin (HGB), hematokrit (HCT), broj trombocita (PLT), prosječni volumen eritrocita (MCV), prosječni sadržaj hemoglobina u eritrocitu (MCH), prosječna koncentracija hemoglobina u eritrocitima (MCHC), distribucija eritrocita po volumenu (RDW), prosječni volumen trombocita (MPV), broj segmentiranih leukocita (Sg), broj limfocita (Lim), broj eozinofila (Eo), broj monocita (Mo), broj nesegmentiranih leukocita (Neseg), broj bazofila (Baz), koncentracija ureje, koncentracija kreatinina, koncentracija ukupnih proteina (UP), koncentracija albumina (Alb), koncentracija bilirubina (Brb), koncentracija aspartat-aminotransferaze (AST), koncentracija alkalne fosfataze (AP), koncentracija kreatin-kinaze (KK), koncentracija laktat-dehidrogenaze (LDH), koncentracija kalcija (Ca), koncentracija

anorganskog fosfata, koncentracija triglicerida (TG) te koncentracija ukupnog kolesterola (UK).

### **3.5. Statistička analiza podataka**

U statističke svrhe, koristili su se *SigmaStat 3.0 for Windows* (Jandel Corporation, San Rafael, CA, SAD) i *Microsoft Excel 2013 for Windows 8* (Redmond, WA, SAD).

Normalnost distribucije provjerena je Shapiro-Wilksovim testom. Značajnost razlika srednjih vrijednosti između i unutar skupina za parametre tjelesne temperature, frekvencije bila i disanja te koncentracije laktata određena je jednosmjernim ANOVA testom, s obzirom da je bilo pet skupina vrijednosti, za svaku fazu eksperimenta. Značajnost razlika između svakog para srednjih vrijednosti u navedenim skupinama usporedila se Tukeyjevim višestruko uspoređujućim testom. Značajnost razlika srednjih vrijednosti svih ostalih parametara, koji su imali dvije skupine vrijednosti, prije i neposredno nakon treninga, a koje su pratile normalnu distribuciju, određena je uparenim t-testom između skupina, a t-testom za zavisne uzorke unutar skupina. Značajnost razlika srednjih vrijednosti ostalih parametara koji su imali dvije skupine vrijednosti, a koje nisu pratile normalnu distribuciju, određena je Mann-Whitneyjevim U-testom između skupina, a Wilcoxonovim testom sume rangova unutar svake od skupina prije i neposredno nakon treninga. Razlike su smatrane statistički značajnima ako je  $p < 0,05$ .

#### 4. REZULTATI

Obradom podataka 16 mačaka ustanovljeno je da je prosječno vrijeme provedeno na pokretnoj traci u fizičkoj aktivnosti bilo ( $\pm$  SD) 7,81 ( $\pm$  2,9) min, dok je raspon provedenog vremena na pokretnoj traci bio između 4,35 i 14,90 min. Za to je vrijeme prosječan prijeđeni put bio ( $\pm$  SD) 0,18 ( $\pm$  0,11) km, a raspon prijeđenog puta bio je između 0,06 i 0,49 km. Prosječna maksimalna brzina bila je ( $\pm$  SD) 2,03 ( $\pm$  0,58) km/h, a raspon maksimalne brzine bio je između 1,20 i 3,40 km/h.

Daljnjom obradom podataka usmjerenom na parametre koji su istraživani, statistička je analiza pokazala da su statistički značajne razlike između izmjerenih vrijednosti prije vježbe i nakon vježbe, odnosno nakon odmora od 15, 30 i 60 min, bile prisutne kod sljedećih parametara: tjelesna temperatura, frekvencija disanja, koncentracija laktata i koncentracija kreatin kinaze (KK) (tablice 1-4). Kod ostalih navedenih pokazatelja nije bilo statistički značajne razlike te stoga te vrijednosti nisu detaljno obrađene u ovome radu, ali su tablično prikazane (tablica x). Iznimka je parametar frekvencije bila, za čije je vrijednosti statistička analiza pokazala da nema statistički značajne razlike između nijednog od pet mjerenja, ali koji je zbog svoje neizmjerne važnosti u kliničkoj dijagnostici, kao jedan od najbitnijih pokazatelja umora kod ljudi i životinja, ipak detaljnije obrađen u ovome radu.

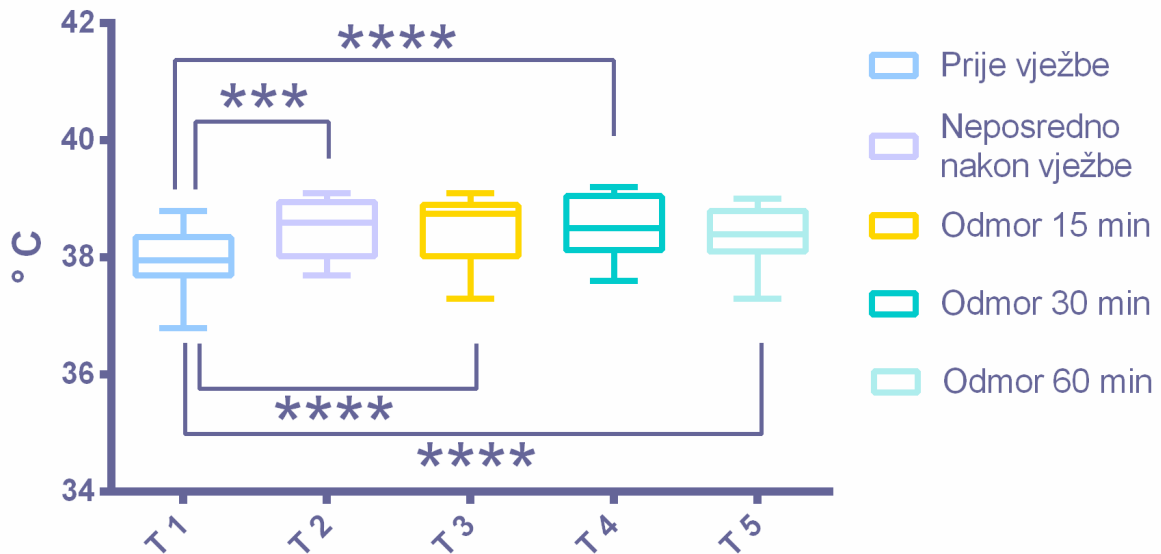
#### 4.1. Tjelesna temperatura

**Tablica 1.** U tablici je prikazana deskriptivna statistika za vrijednosti tjelesne temperature tijekom izvođenja vježbe. *SV* = srednja vrijednost, *SD* = standardna devijacija, *Min* = minimalna izmjerena tjelesna temperatura, *Max* = maksimalna izmjerena tjelesna temperatura,  $T_1$  [°C] = tjelesna temperatura izmjerena prije izvođenja vježbe,  $T_2$  [°C] = tjelesna temperatura izmjerena neposredno nakon izvođenja vježbe,  $T_3$  [°C] = tjelesna temperatura izmjerena nakon odmora od 15 min,  $T_4$  [°C] = tjelesna temperatura izmjerena nakon odmora od 30 min,  $T_5$  [°C] = tjelesna temperatura izmjerena nakon odmora od 60 min.

	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_4$	$T_5$
<i>SV</i>	37,97	38,48	38,52	38,52	38,4
<i>SD</i>	0,4976	0,4792	0,5205	0,4833	0,4243
<i>Min</i>	36,8	37,7	37,3	37,6	37,3
<i>Max</i>	38,8	39,1	39,1	39,2	39,0
<i>Medijan</i>	37,95	38,6	38,75	38,5	38,4



## Temperatura



**Slika 4.** Dijagramni prikaz statističke analize Tukeyjevim višestruko uspoređujućim testom značajnosti razlika vrijednosti unutar svake od pet skupina podataka tjelesne temperature (T<sub>1</sub> – T<sub>5</sub>).

\*\*\* -  $p = 0,0001$ , \*\*\*\* -  $p < 0,0001$ .

Prosječna T<sub>2</sub> bila je, u odnosu na prosječnu T<sub>1</sub>, viša za (SE) 0,51 (0,08) °C, što je test prikazao kao statistički značajnu razliku ( $p = 0,0001$ ).

Prosječna T<sub>3</sub> bila je, u odnosu na prosječnu T<sub>1</sub>, viša za (SE) 0,55 (0,07) °C, što je test prikazao kao statistički značajnu razliku ( $p < 0,0001$ ).

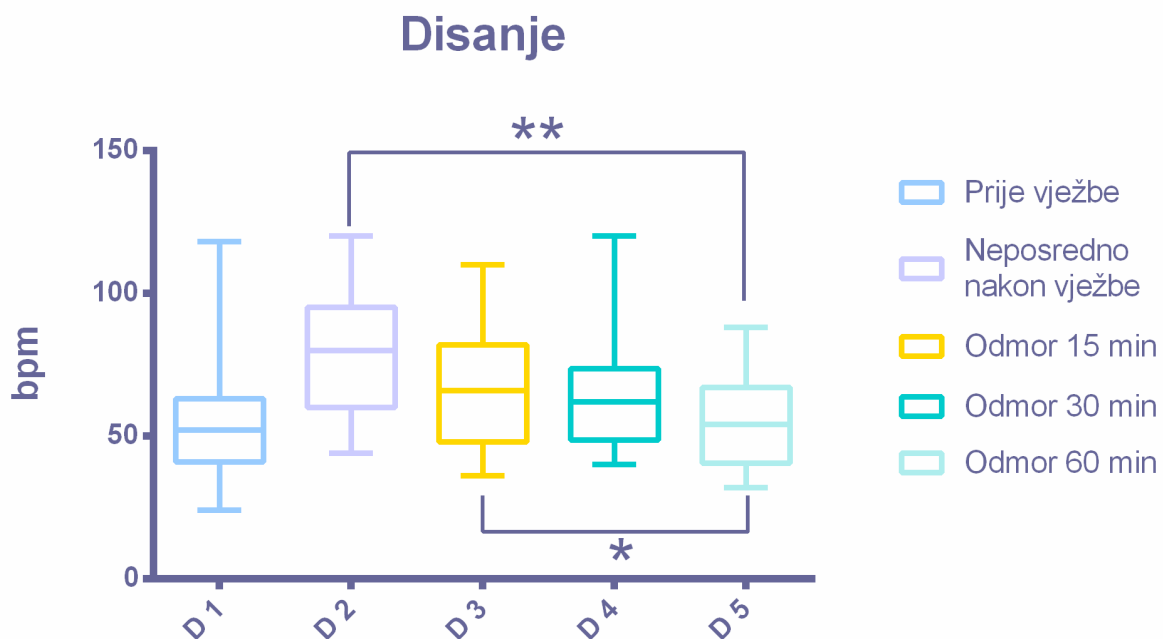
Prosječna T<sub>4</sub> bila je, u odnosu na prosječnu T<sub>1</sub>, viša za (SE) 0,55 (0,07) °C, što je test prikazao kao statistički značajnu razliku ( $p < 0,0001$ ).

Prosječna T<sub>5</sub> bila je, u odnosu na prosječnu T<sub>1</sub>, viša za (SE) 0,43 (0,05) °C, što je test prikazao kao statistički značajnu razliku ( $p < 0,0001$ ).

## 4.2. Frekvencija disanja

**Tablica 2.** U tablici je prikazana deskriptivna statistika za vrijednosti frekvencije disanja tijekom izvođenja vježbe. *SV* = srednja vrijednost, *SD* = standardna devijacija, *Min* = minimalna izmjerena frekvencija disanja, *Max* = maksimalna izmjerena frekvencija disanja, *D<sub>1</sub>* [bpm] = frekvencija disanja izmjerena prije izvođenja vježbe, *D<sub>2</sub>* [bpm] = frekvencija disanja neposredno nakon izvođenja vježbe, *D<sub>3</sub>* [bpm] = frekvencija disanja nakon odmora od 15 min, *D<sub>4</sub>* [bpm] = frekvencija disanja nakon odmora od 30 min, *D<sub>5</sub>* [bpm] = frekvencija disanja nakon odmora od 60 min.

	<i>D<sub>1</sub></i>	<i>D<sub>2</sub></i>	<i>D<sub>3</sub></i>	<i>D<sub>4</sub></i>	<i>D<sub>5</sub></i>
<i>SV</i>	54,13	78,25	66,75	64,50	54,75
<i>SD</i>	23,55	23,01	20,38	21,79	17,25
<i>Min</i>	24	44	36	40	32
<i>Max</i>	118	120	110	120	88
<i>Medijan</i>	52	80	66	62	54



**Slika 5.** Dijagramni prikaz statističke analize Tukeyjevim višestruko uspoređujućim testom značajnosti razlika vrijednosti unutar svake od pet skupina podataka frekvencije disanja (D<sub>1</sub> – D<sub>5</sub>).

\* -  $p < 0,05$ , \*\* -  $p < 0,01$ .

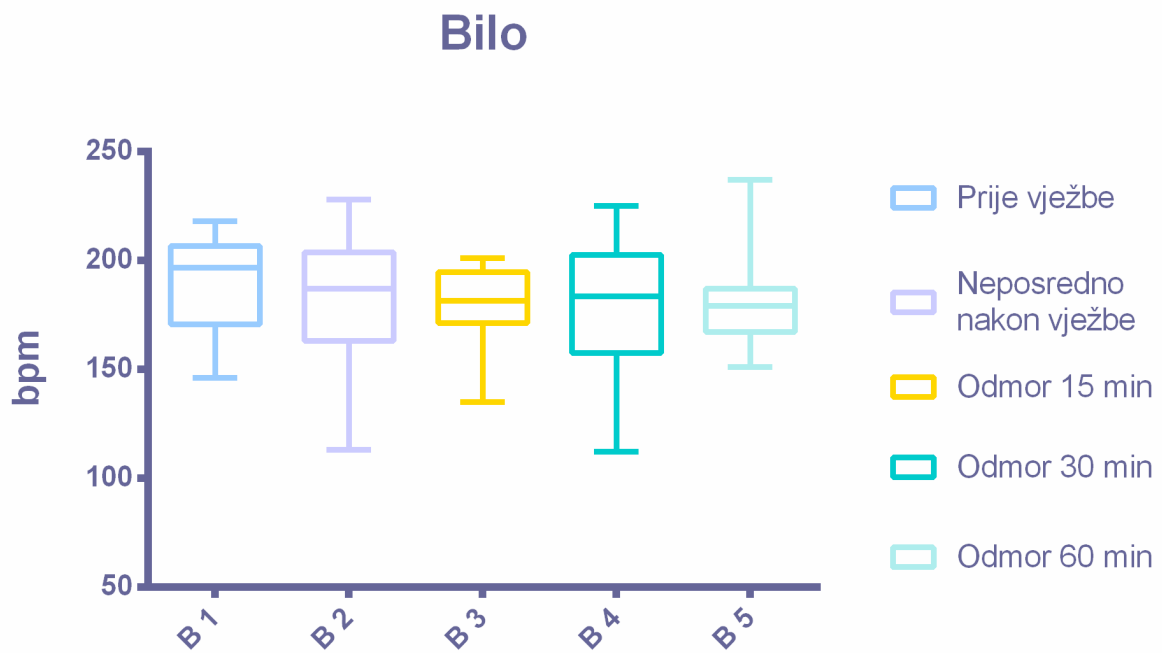
Prosječna D<sub>5</sub> bila je, u odnosu na prosječnu D<sub>2</sub>, niža za (SE) 23,50 (5,61) bpm, što je test prikazao kao statistički značajnu razliku ( $p < 0,01$ ).

Prosječna D<sub>5</sub> bila je, u odnosu na prosječnu D<sub>3</sub>, niža za (SE) 12,00 (5,34) bpm, što je test prikazao kao statistički značajnu razliku ( $p < 0,05$ ).

### 4.3. Frekvencija bila

**Tablica 3.** U tablici je prikazana deskriptivna statistika za vrijednosti frekvencije bila tijekom izvođenja vježbe. *SV* = srednja vrijednost, *SD* = standardna devijacija, *Min* = minimalna izmjerena frekvencija bila, *Max* = maksimalna izmjerena frekvencija bila, *B<sub>1</sub>* [bpm] = frekvencija bila izmjerena prije izvođenja vježbe, *B<sub>2</sub>* [bpm] = frekvencija bila izmjerena neposredno nakon izvođenja vježbe, *B<sub>3</sub>* [bpm] = frekvencija bila izmjerena nakon odmora od 15 min, *B<sub>4</sub>* [bpm] = frekvencija bila izmjerena nakon odmora od 30 min, *B<sub>5</sub>* [bpm] = frekvencija bila izmjerena nakon odmora od 60 min.

	<i>B<sub>1</sub></i>	<i>B<sub>2</sub></i>	<i>B<sub>3</sub></i>	<i>B<sub>4</sub></i>	<i>B<sub>5</sub></i>
<i>SV</i>	189,4	183,8	178,6	177,7	181,1
<i>SD</i>	20,53	29,31	20,34	29,86	21,23
<i>Min</i>	146	113	135	112	151
<i>Max</i>	218	228	201	225	237
<i>Medijan</i>	196,5	187	181,5	183,5	179

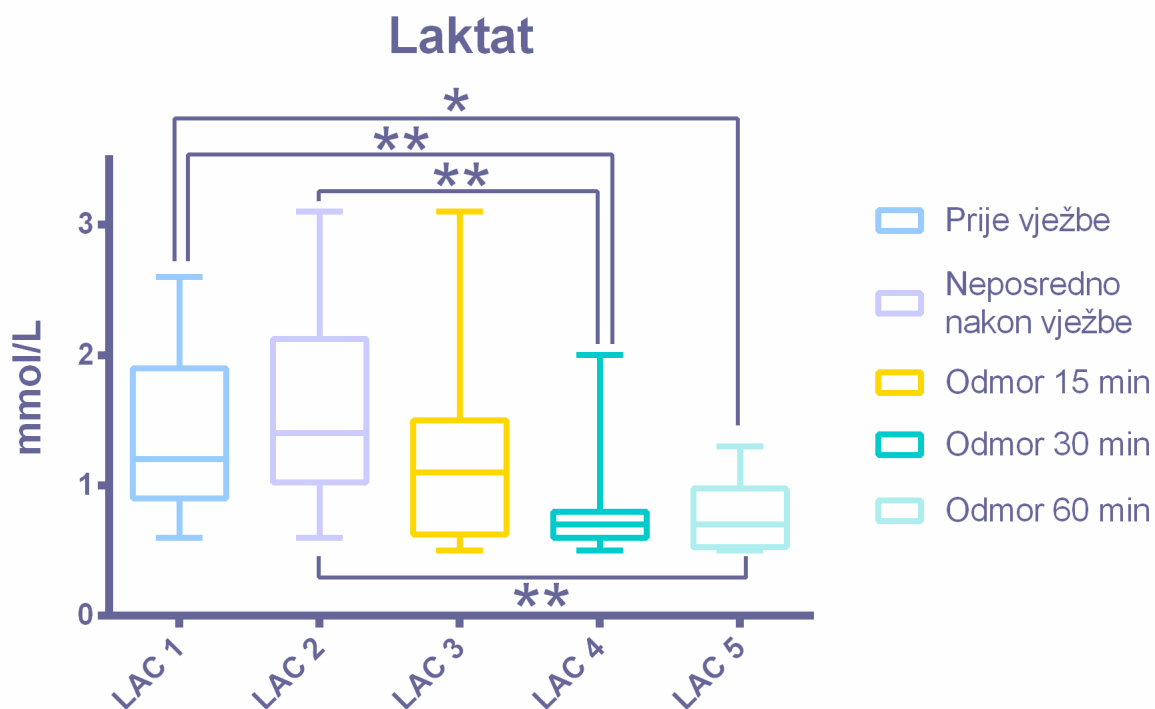


**Slika 6.** Dijagramni prikaz statističke analize Tukeyjevim višestruko uspoređujućim testom značajnosti razlika vrijednosti unutar svake od pet skupina podataka frekvencije bila (B<sub>1</sub> – B<sub>5</sub>).

#### 4.4. Koncentracija laktata u krvi

**Tablica 4.** U tablici je prikazana deskriptivna statistika za vrijednosti koncentracije laktata u krvi tijekom izvođenja vježbe. *SV* = srednja vrijednost, *SD* = standardna devijacija, *Min* = minimalna izmjerena koncentracija laktata u krvi, *Max* = maksimalna izmjerena koncentracija laktata u krvi, *LAC<sub>1</sub>* [mmol/L] = koncentracija laktata u krvi izmjerena prije izvođenja vježbe, *LAC<sub>2</sub>* [mmol/L] = koncentracija laktata u krvi izmjerena neposredno nakon izvođenja vježbe, *LAC<sub>3</sub>* [mmol/L] = koncentracija laktata u krvi izmjerena nakon odmora od 15 min, *LAC<sub>4</sub>* [mmol/L] = koncentracija laktata u krvi izmjerena nakon odmora od 30 min, *LAC<sub>5</sub>* [mmol/L] = koncentracija laktata u krvi izmjerena nakon odmora od 60 min.

	<i>LAC<sub>1</sub></i>	<i>LAC<sub>2</sub></i>	<i>LAC<sub>3</sub></i>	<i>LAC<sub>4</sub></i>	<i>LAC<sub>5</sub></i>
<i>SV</i>	1,419	1,538	1,25	0,7813	0,7625
<i>SD</i>	0,6705	0,6859	0,7421	0,3507	0,2527
<i>Min</i>	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5
<i>Max</i>	2,6	3,1	3,1	2	1,3
<i>Medijan</i>	1,2	1,4	1,1	0,7	0,7



**Slika 7.** Dijagramni prikaz statističke analize Tukeyjevim višestruko uspoređujućim testom značajnosti razlika vrijednosti unutar svake od pet skupina podataka koncentracije laktata u krvi (LAC<sub>1</sub> – LAC<sub>5</sub>). \* -  $p < 0,05$ , \*\* -  $p < 0,01$

Prosječna LAC<sub>4</sub> bila je, u odnosu na prosječnu LAC<sub>1</sub>, niža za (SE) 0,64 (0,14) mmol/L, što je test prikazao kao statistički značajnu razliku ( $p < 0,01$ ).

Prosječna LAC<sub>5</sub> bila je, u odnosu na prosječnu LAC<sub>1</sub>, niža za (SE) 0,66 (0,21) mmol/L, što je test prikazao kao statistički značajnu razliku ( $p < 0,05$ ).

Prosječna LAC<sub>4</sub> bila je, u odnosu na prosječnu LAC<sub>2</sub>, niža za (SE) 0,76 (0,17) mmol/L, što je test prikazao kao statistički značajnu razliku ( $p < 0,01$ ).

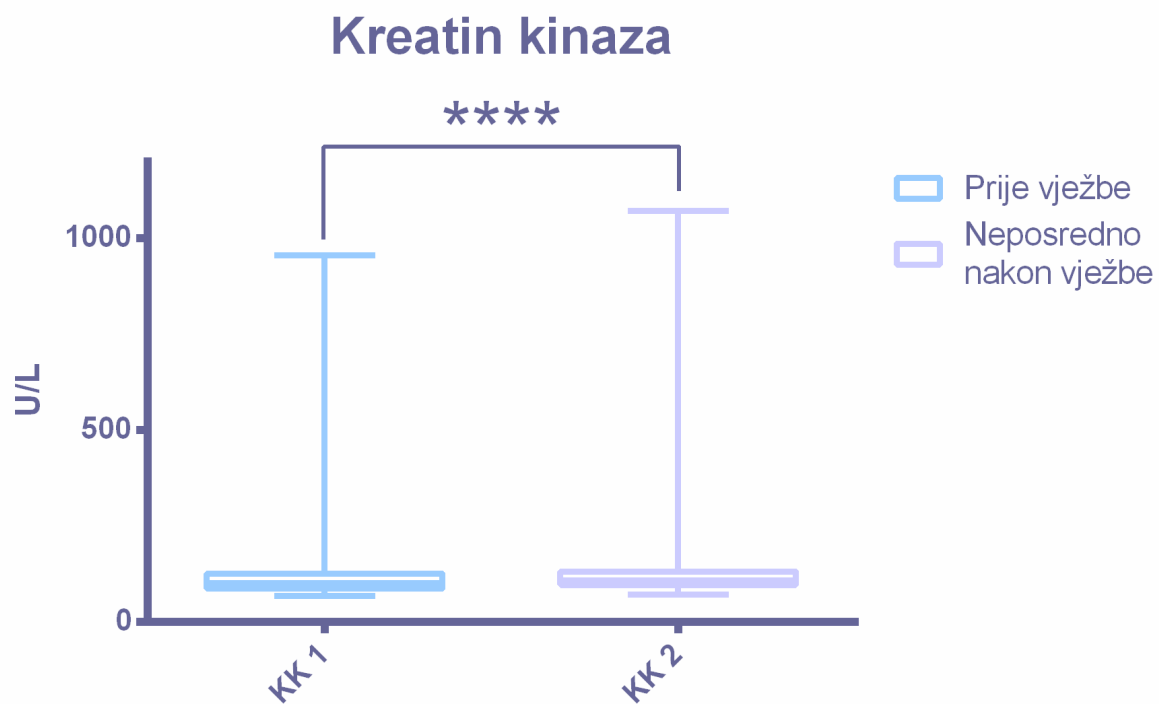
Prosječna LAC<sub>5</sub> bila je, u odnosu na prosječnu LAC<sub>2</sub>, niža za (SE) 0,78 (0,15) mmol/L, što je test prikazao kao statistički značajnu razliku ( $p < 0,01$ ).

#### 4.5. Koncentracija kreatin kinaze u krvi

**Tablica 5.** U tablici je prikazana deskriptivna statistika za vrijednosti koncentracije kreatin kinaze u krvi tijekom izvođenja vježbe. *SV* = srednja vrijednost, *SD* = standardna devijacija, *Min* = minimalna izmjerena koncentracije kreatin kinaze u krvi, *Max* = maksimalna izmjerena koncentracije kreatin kinaze u krvi, *KK<sub>1</sub>* [U/L] = koncentracije kreatin kinaze u krvi izmjerena prije izvođenja vježbe, *KK<sub>2</sub>* [U/L] = koncentracije kreatin kinaze u krvi izmjerena neposredno nakon izvođenja vježbe.

	<i>KK<sub>1</sub></i>	<i>KK<sub>2</sub></i>
<i>SV</i>	156,9	175
<i>SD</i>	214,7	241,3
<i>Min</i>	67	71
<i>Max</i>	956	1071
<i>Medijan</i>	100,5	108,5





**Slika 8.** Dijagramni prikaz statističke analize Wilcoxonovim testom sume rangova značajnosti razlika vrijednosti unutar svake od skupina podataka koncentracije kreatin kinaze u krvi prije i neposredno nakon treninga (KK<sub>1</sub> – KK<sub>2</sub>). \*\*\*\* -  $p < 0,0001$ .

#### 4.6. Ostali pokazatelji

**Tablica 6.** U tablici je prikazana deskriptivna statistika vrijednosti svih ostalih pokazatelja pregledavanih u ovome radu, a koji nisu detaljno obrađeni. Oznaka „1“ označava rezultate mjerenja provedenih prije izvođenja fizičke aktivnosti, oznaka „2“ označava rezultate mjerenja provedenih neposredno nakon izvođenja fizičke aktivnosti; *SV* = srednja vrijednost, *SD* = standardna devijacija, *Min* = minimalna izmjerena vrijednost, *Max* = maksimalna izmjerena vrijednost, *WBC* = broj bijelih krvnih stanica, *RBC* = broj eritrocita, *HGB* = hemoglobin, *HCT* = hematokrit, *PLT* = broj trombocita, *MCV* = prosječni volumen eritrocita, *MCH* = prosječni sadržaj hemoglobina u eritrocitu, *MCHC* = prosječna koncentracija hemoglobina u eritrocitima, *RDW* = distribucija eritrocita po volumenu, *MPV* = prosječni volumen trombocita, *Sg* = broj segmentiranih leukocita, *Lim* = broj limfocita, *Eo* = broj eozinofila, *Mo* = broj monocita, *Neseg* = broj nesegmentiranih leukocita, *Baz* = broj bazofila, *urea* = koncentracija ureje, *kreatinin* = koncentracija kreatinina, *UP* = koncentracija ukupnih proteina, *Alb* = koncentracija albumina, *Brb* = koncentracija bilirubina, *AST* = koncentracija aspartat-aminotransferaze, *AP* = koncentracija alkalne fosfataze, *LDH* = koncentracija laktat-dehidrogenaze, *Ca* = koncentracija kalcija, *An. fosfat* = koncentracija anorganskog fosfata, *TG* = koncentracija triglicerida, *UK* = koncentracija ukupnog kolesterola.

	<i>SV</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Medijan</i>
<i>WBC</i> <sub>1</sub>	8,85	3,5168	3	14,8	8,2
<i>WBC</i> <sub>2</sub>	8,99	4,1075	3,8	16,6	8,05
<i>RBC</i> <sub>1</sub>	8,63	1,3266	5,48	10,48	8,49
<i>RBC</i> <sub>2</sub>	8,63	0,8192	7,11	10,25	8,53
<i>HGB</i> <sub>1</sub>	133,81	19,7525	79	164	137
<i>HGB</i> <sub>2</sub>	134,19	13,2273	104	154	133
<i>HCT</i> <sub>1</sub>	0,41	0,0581	0,25	0,5	0,41
<i>HCT</i> <sub>2</sub>	0,41	0,0396	0,33	0,47	0,41
<i>PLT</i> <sub>1</sub>	201,75	141,7154	66	623	174,5
<i>PLT</i> <sub>2</sub>	191,5	108,3297	71	432	176,5
<i>MCV</i> <sub>1</sub>	47,63	2,6552	44	53	47
<i>MCV</i> <sub>2</sub>	47,69	2,9602	44	54	46,5
<i>MCH</i> <sub>1</sub>	15,54	0,9215	13,8	16,8	15,45
<i>MCH</i> <sub>2</sub>	15,59	0,8876	13,7	16,9	15,7
<i>MCHC</i> <sub>1</sub>	325,75	9,1833	311	340	328,5

	<i>SV</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Medijan</i>
<i>MCHC</i> <sub>2</sub>	326,13	12,3444	309	348	325
<i>RDW</i> <sub>1</sub>	17,27	0,7829	16,2	18,9	17,1
<i>RDW</i> <sub>2</sub>	17,12	0,836	15,8	19,6	16,95
<i>MPV</i> <sub>1</sub>	10,5	1,0608	8,3	11,9	11,05
<i>MPV</i> <sub>2</sub>	10,35	1,1302	8	11,7	10,75
<i>Sg</i> <sub>1</sub>	67,56	11,8151	34	81	70
<i>Sg</i> <sub>2</sub>	63,75	19,8276	16	81	72,5
<i>Lim</i> <sub>1</sub>	25,56	12,1379	11	58	23,5
<i>Lim</i> <sub>2</sub>	26,88	14,523	14	70	22
<i>EO</i> <sub>1</sub>	5,69	4,1428	0	12	5
<i>EO</i> <sub>2</sub>	7,75	12,2447	0	52	5
<i>MO</i> <sub>1</sub>	0,75	1,1255	0	3	0
<i>MO</i> <sub>2</sub>	1	1,6733	0	5	0
<i>Neseg</i> <sub>1</sub>	0,44	0,8921	0	3	0
<i>Neseg</i> <sub>2</sub>	0,5	0,8944	0	3	0
<i>Baz</i> <sub>1</sub>	0	0	0	0	0
<i>Baz</i> <sub>2</sub>	0	0	0	0	0
<i>Urea</i> <sub>1</sub>	9,43	1,0668	7,9	11,2	9,45
<i>Urea</i> <sub>2</sub>	9,54	1,139	8	11,2	9,4
<i>Kreatinin</i> <sub>1</sub>	129,19	15,8586	102	159	127,5
<i>Kreatinin</i> <sub>2</sub>	130,75	15,7924	103	157	128,5
<i>UP</i> <sub>1</sub>	88,81	6,7746	78	104	88
<i>UP</i> <sub>2</sub>	88,56	5,7034	79	101	88
<i>Alb</i> <sub>1</sub>	33,5	3,0984	28	39	34
<i>Alb</i> <sub>2</sub>	33,56	3,1192	28	39	34
<i>Brb</i> <sub>1</sub>	2,48	0,9101	0,7	4,3	2,4
<i>Brb</i> <sub>2</sub>	2,45	0,5112	1,7	3,5	2,55
<i>AST</i> <sub>1</sub>	31	11,1475	19	64	27
<i>AST</i> <sub>2</sub>	32,13	12,5532	20	66	27
<i>AP</i> <sub>1</sub>	29,5	9,5778	19	51	26
<i>AP</i> <sub>2</sub>	28,69	9,7551	18	49	26,5
<i>LDH</i> <sub>1</sub>	162,25	39,7467	85	231	159
<i>LDH</i> <sub>2</sub>	167,25	95,6204	82	465	167
<i>Ca</i> <sub>1</sub>	2,54	0,0922	2,41	2,7	2,55
<i>Ca</i> <sub>2</sub>	2,54	0,0955	2,39	2,69	2,54
<i>An. fosfat</i> <sub>1</sub>	1,6	0,2813	1,11	2,32	1,65
<i>An. fosfat</i> <sub>2</sub>	1,57	0,2763	1,2	2,23	1,58
<i>TG</i> <sub>1</sub>	0,6	0,2033	0,3	1	0,6
<i>TG</i> <sub>2</sub>	0,56	0,1459	0,3	0,9	0,6
<i>UK</i> <sub>1</sub>	3,7	0,9668	1,9	5,8	3,85
<i>UK</i> <sub>2</sub>	3,66	0,9625	1,8	5,6	3,7

## 5. RASPRAVA

Premda su istraživanja o utjecaju fizičke aktivnosti na kliničke i laboratorijske parametre u ljudi, odnosno sportaša, izuzetno zastupljena u dostupnoj literaturi, u mačaka su ta istraživanja vrlo rijetka te još uvijek nema dovoljno literature koja bi prikazala neke rezultate te donijela određene zaključke.

Mačke se pri istim brzinama po pokretnoj traci kreću drugačije nego po tlu. Ta se razlika najbolje uočava prilikom hoda i kasa, u kojima se korak u navedenim uvjetima razlikuje utoliko što se na pokretnoj traci noge kreću ipsilateralnim slijedom, a po tlu kontralateralnim dijagonalnim (BŁASZCZYK i LOEB, 1993.). Pošto su se u ovome radu mačke najčešće koristile ovim vrstama hoda, a u manjoj mjeri bržim koracima, nije poznato u kojoj je mjeri navedena razlika u izvođenju koraka utjecala na preciznost simulacije prirodnog izvođenja hodanja i trčanja na pokretnoj traci.

Jedan od prvih pokazatelja koji se mijenja tijekom fizičke aktivnosti je tjelesna temperatura i njen je utjecaj značajan. Rezultati ovog istraživanja prikazuju povišenje prosječne tjelesne temperature neposredno nakon izvođenja fizičke aktivnosti, koja je i nakon odmora od 15 minuta bila u blagom porastu. Iako je nakon odmora od 30 minuta ona jednako visoka, uočava se blagi pad u zadnjem mjerenju, 60 minuta nakon izvođenja fizičke aktivnosti. Young i sur. su 1959. godine istraživali utjecaj fizičke aktivnosti na tjelesnu temperaturu kod pasa na pokretnoj traci. Šest je pasa pasmine Beagle trčalo 40 minuta pri brzini od 5,8 km/h i pri usponu od 16 % te im se tjelesna temperatura nakon vježbe povisila za 2,1 °C (YOUNG i sur., 1959.). U navedenom radu nema podataka o tjelesnim temperaturama nakon odmora od trčanja. Mačke su se u ovom radu puno brže umorile i puno su brže razvile povišenu tjelesnu temperaturu, koja nije bila toliko visokog intenziteta, ali su i obavile manji rad. Međutim, mačke pasmine Maine Coon velike su mačke, duge i guste dlake te je naša pretpostavka da su navedene činjenice uzrok brzog povišenja tjelesne temperature, ali i sporog otklanjanja topline, budući da je prvi odgovor mačaka na povišenu tjelesnu temperaturu periferna vazodilatacija i samim time otklanjanje topline radijacijom (LEWIS i FOSTER, 1976.). Nadalje, Tregear je 1965. godine istraživao koliko debljina dlake utječe na otklanjanje topline u sisavaca te je uočio da gusta kunićja dlaka slabije provodi toplinu od rjeđe ili obrijane svinjske dlake (TREGEAR, 1965.). Kako mačkama radijacija nije dovoljna za otklanjanje viška topline, već je potrebna hiperventilacija, a katkad i refleksi dahtanja, naša je pretpostavka da su ti mehanizmi uzrokovali postupno otklanjanje topline i smanjivanje tjelesne temperature, no taj proces iziskuje vrijeme

te je potrebno više od 30 minuta odmora od fizičke aktivnosti kako bi se smanjivanje tjelesne temperature uočilo.

Frekvencija disanja pratila je naoko sličnu, ali ipak značajno drugačiju krivulju od temperature. Prosječna je frekvencija disanja neposredno nakon fizičke aktivnosti porasla, da bi se tijekom odmaranja postupno snižavala te u zadnjem mjerenju nakon 60 minuta od fizičke aktivnosti vratila u gotovo iste vrijednosti kao i prije samog testiranja. Hiperventilacija u mačaka javlja se kao odgovor na ubrzani metabolizam i mišićne kontrakcije, ali i kao odgovor na već spomenutu povišenu tjelesnu temperaturu, stoga je prosječna frekvencija disanja porasla u isto vrijeme kada i tjelesna temperatura (ELDRIDGE, 1981.). No, naša je pretpostavka da se frekvencija disanja brže vratila u fiziološke granice u odnosu na tjelesnu temperaturu zbog toga što se vremenom provedenim u odmoru usporavao metabolizam pa su i potrebe za više kisika bile manje, a kako je i viška topline bilo sve manje, hiperventilaciju je opet zamijenila radijacija kao primaran mehanizam otklanjanja viška topline. Potrebno je napraviti više istraživanja na ovu temu kako bi se mogli usporediti rezultati dobiveni ovim istraživanjem.

Frekvencija bila je, s druge strane, dala rezultate pri kojima su prosječne vrijednosti bile više prije izvođenja fizičke aktivnosti, nego neposredno nakon. Također, frekvencija bila ostala je visokih vrijednosti i za vrijeme odmora sve do završetka istraživanja. Puno je istraživanja napravljeno na temu „efekta bijele kute“ te radova objavljeno koji su uočili porast krvnog tlaka ili frekvencija bila mjenjenih u ambulatnoj okolini, u odnosu na mjerenja kod iste osobe ili životinje kod kuće (VERDECCHIA i sur., 1995.). Belew i sur. su 1999. godine uočili kod mačaka značajno više vrijednosti frekvencije bila mjerene u ambulanti, u odnosu na vrijednosti izmjerene kod kuće (porast od  $27,1 \pm 7,7$  bpm) (BELEW i sur., 1999.). Naša je pretpostavka da su visoke vrijednosti bila uzrokovane „efektom bijele kute“, pošto mačke korištene u ovome radu nikada prije nisu bile dijelom sličnog istraživanja. U prilog ovoj pretpostavci ide činjenica da je najviša vrijednost frekvencije bila izmjerena u prvome mjerenju, prije same vježbe, što bi moglo ukazivati na to da su mačke u tom periodu bile podvrgnute određenoj dozi stresa, vjerojatno radi podvrgavanja općem kliničkom pregledu i vađenju krvi.

Rezultati koncentracija laktata u krvi prikazuju povišenu početnu koncentraciju ( $LAC_1$ ), koja se neposredno nakon izvođenja fizičke aktivnosti dodatno povisila, no za vrijeme odmora uočava se njen pad, a nakon 60 minuta od izvođenja fizičke aktivnosti dodatan pad, ovaj put na bazalne vrijednosti. Emocionalni stres te fiziološki stres uvjetovan treningom uzrokuju povišene koncentracije ekstracelularnog laktata u hipokampusu štakora (DE BRUIN i sur., 1990.). Naša je pretpostavka da je emocionalni stres uzrokovan podvrgavanjem općem kliničkom pregledu i vađenjem krvi utjecao na povišenje koncentracije laktata u krvi prije

izvođenja vježbe, a stres uzrokovan izvođenjem fizičke aktivnosti zatim dodatno povisio koncentraciju. Dodatno, u ovom su se radu koristile netrenirane mačke, koje su potencijalno u jačoj mjeri reagirale na fiziološki stres pa bi se trebala napraviti dodatna istraživanja na ovu temu s treniranim mačkama.

Rezultati koncentracija KK-a u krvi prikazuju porast koncentracije neposredno nakon izvođenja fizičke aktivnosti, u odnosu na vrijednost prije izvođenja iste. Zbog povećanih potreba za energijom uzrokovanih kontrakcijama mišića, naša je pretpostavka da je to uzrok navedenom povišenju vrijednosti koncentracije. Objavljeni su radovi u kojima je mjerena koncentracija KK-a kod ljudi odmah nakon trčanja maratona te su vrijednosti koncentracija znatno više od onih u ovome radu (600 – 200 000 U/L) (NOAKES i sur., 1983.; HOFFMAN i sur., 2011.). No, teško je uspoređivati te rezultate s rezultatima ovog rada zbog razlike u vrsti, ali i zbog različite vrste fizičke aktivnosti. Potrebna su dodatna istraživanja na treniranim mačkama kako bi se pobliže moglo pojasniti kako fizička aktivnost utječe na aktivnost KK u mačaka.

## 6. ZAKLJUČCI

1. Fizička aktivnost u mačaka rezultira brojnim fiziološkim promjenama u organizmu.
2. Mačke se pri istim brzinama po pokretnoj traci kreću drugačije nego po tlu.
3. Povišenje prosječne tjelesne temperature javlja se neposredno nakon izvođenja vježbe, te je i nakon odmora od 15 minuta u blagom porastu, a blagi pad nastupa tek 60 minuta nakon izvođenja vježbe.
4. Gusta mačja dlaka moguć je uzrok produljenom trajanju porasta tjelesne temperature nakon izvođenja fizičke aktivnosti.
5. Prosječna se frekvencija disanja neposredno nakon fizičke aktivnosti povisuje, da bi se tijekom odmaranja postupno snižavala, a nakon 60 minuta od fizičke aktivnosti vratila u gotovo iste vrijednosti kao i prije samog testiranja.
6. Frekvencija bila najvjerojatnije raste i prije izvođenja same aktivnosti, moguće kao posljedica stresa i okolišnih faktora.
7. Emocionalni stres te fiziološki stres uvjetovan treningom najvjerojatnije uzrokuje povišene koncentracije laktata u krvi mačaka.
8. Koncentracija KK-a u krvi mačaka raste neposredno nakon izvođenja fizičke aktivnosti, u odnosu na vrijednost prije izvođenja iste.
9. Zbog malog broja dosadašnjih istraživanja na ovu temu potrebna su dodatna istraživanja na treniranim i netreniranim mačkama kako bi se pobliže moglo pojasniti kako fizička aktivnost u mačaka utječe na brojne pokazatelje.

## 7. LITERATURA

ABBOTT J. A. (2005.): Heart Rate and Heart Rate Variability of Healthy Cats in Home and Hospital Environments. *J. Feline Med. Surg.*, 7 (3), 195 – 202.

AYMAN D., A., GOLDSHINE (1940.): Blood Pressure Determinations by Patients with Essential Hypertension. *Am. J. Med. Sci.*, 200, 465 – 474.

BELEW A. M., T. BARLETT, S. A. BROWN (1999.): Evaluation of the White-Coat Effect in Cats. *Am. J. Med. Sci.*, 13, 134 – 142.

BŁASZCZYK J., G. E. LOEB (1993.): Why Cats Pace on the Treadmill. *Physiol. Behav.*, 53 (3), 501 – 507.

BREWSTER L. M., G. MAIRUHU, N. R. BINDRABAN, R. P. KOOPMANS, J. F. CLARK, G. A. VAN MONTFRANS (2006.): Creatine Kinase Activity is Associated with Blood Pressure. *Circulation*, 114, 2034 – 2039.

BREWSTER L. M., J. F. CLARK, G. A. VAN MONTFRANS (2000.): Is greater tissue activity of creatine kinase the genetic factor increasing hypertension risk in black people of sub-Saharan African decent? *J. Hypertens.*, 18, 1537 – 1544.

BROOKS G. A. (1986.): The Lactate Shuttle During Exercise and Recovery. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 18 (3), 360 – 368.

BROOKS G. A. (2007.): Lactate. *Sports Med.*, 37 (4), 341 – 343.

CARDINET G. H. (1997.): *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, fifth edition. Academic Press, 16, 407 – 440.

CARTER J. B., E. W. BANISTER, A. P. BLABER (2003.): Effect of Endurance Exercise on Autonomic Control of Heart Rate. *Sports Med.*, 33 (1), 33 – 46.



COHEN R. D., R. SIMPSON (1975.): Lactate Metabolism. *J. Am. Soc. Anesthesiol.*, 43 (6), 661 – 673.

DAVIS J. A., B. J. WHIPP, K. WASSERMAN (1980.): The Relation of Ventilation to Metabolic Rate During Moderate Exercise in Man. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.*, 44, 97 – 108.

DE BRUIN L. A., E. M. SCHASFOORT, A. B. STEFFENS, J. KORF (1990.): Effects of Stress and Exercise on Rat Hippocampus and Striatum Extracellular Lactate. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.*, 259 (4), R773 – R779.

DONOVAN C. M., G. A. BROOKS (1983.): Endurance Training Affects Lactate Clearance, Not Lactate Production. *Am. J. Physiol.*, 244 (1), E83 – E92.

ELDRIDGE F. L., D. E. MILLHORN, T. G. WALDROP (1981.): Exercise Hyperpnea and Locomotion: Parallel Activation from the Hypothalamus. *Science*, 211 (4484), 844 – 846.

EISENBERG E., L. E. GREENE (1980.): The Relation of Muscle Biochemistry to Muscle Physiology. *Annu. Rev. Physiol.*, 42 (1), 293 – 309.

GLEESON M. (1998.): Temperature Regulation During Exercise. *Int. J. Sports Med.*, 19, 96 – 99.

GOODMAN S. R., C. L. LUNDELL, A. LUNDELL (2008.): *Medical Cell Biology*, Third Edition. Academic Press.

GREENLEAF J. E., S. KOŁZOWSKI, K. NAZAR, H. KACIUBA-UŚCIŁKO, Z. BRZEZIŃSKA, A. ZIEMBA (1976.): Ion-Osmotic Hyperthermia During Exercise in Dogs. *Am. J. Physiol.*, 330 (1), 74 – 79.

GROVER R. F., J. V. WEIL, J. T. REEVES (1986.): Cardiovascular Adaptation to Exercise at High Altitude. *Exerc. Sport Sci. Rev.*, 14, 269 – 302.

GUYTON A. C., J. E. HALL (1999.): Medicinska fiziologija. Medicinska naklada, Zagreb.

HAMMOUDA M. (1933.): The Central and the Reflex Mechanism of Panting. *J. Physiol.*, 77 (4), 319 – 336.

HOFFMAN M. D., J. L. INGWERSON, I. R. ROGERS, T. HEW-BUTLER, K. J. STUEMPFLE (2011.): Increasing Creatine Kinase Concentrations at the 161-km Western States Endurance Run. *Wilderness Environ. Med.*, 23 (1), 56 – 60.

HUXLEY A. F. (1974.): Muscular Contraction. *J. Physiol.*, 243 (1), 1 – 43.

IARC (International Agency for Research on Cancer) (2002.): IARC Handbooks for Cancer Prevention, Volume 6: Weight Control and Physical Activity. IARC.

JONES D. A., J. M. ROUND (1990.): *Skeletal Muscle in Health and Disease: A Textbook of Muscle Physiology*. Manchester University Press.

KIRCHHEIM H. R. (1976.): Systemic Arterial Baroreceptor Reflexes. *Physiol. Rev.*, 56 (1), 100 – 177.

KROGH A., J. LINDHARD (1913.): The Regulation of Respiration and Circulation During the Initial Stages of Muscular Work. *J. Physiol.*, 47, (1-2), 112 – 136.

LEWIS S., R. C. FOSTER (1976.): Effect of Heat on Canines and Felines. *Iowa State Univ. Vet.*, 38 (3), 117 – 121.

LIM C. L., C. BYRNE, J. K. W. LEE (2008.): Human Thermoregulation and Measurement of Body Temperature in Exercise and Clinical Settings. *Ann. Acad. Med. Singap.*, 37, 347 – 353.

MILES L. (2007.): Physical Activity and Health. *Nutr. Bull.*, 32 (4), 314 – 363.

MYERS J., E. ASHLEY (1997.): Dangerous Curves: A Perspective on Exercise, Lactate, and the Anaerobic Threshold. *Chest*, 111 (3), 787 – 795.

NOAKES T. D., G. KOTZENBERG, P. S. MCARTHUR, J. DYKMAN (1983.): Elevated Serum Creatine Kinase MB and Creatine Kinase BB-Isoenzyme Fractions After Ultra-Marathon Running. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.*, 52, 75 – 79.

PARRISH M. D., J. M. HILL, M. P. KAUFMAN (1991.): Cardiovascular and Respiratory Response to Static Exercise in the Newborn Kitten. *Pediatr. Res.*, 30, 95 – 99.

PATERSON D. J. (1992.): Potassium and Ventilation in Exercise. *J. Appl. Psychol.*, 72 (3), 811 – 820.

RAMADAN P., I. HARAPIN (1998.): Interna klinička propedeutika domaćih životinja. Veterinarski fakultet u Zagrebu.

SECHER N. H., M. MIZUNO, B. SALTIN (1984.): Adaptation of Skeletal Muscles to Training. *Bull. Eur. Physiopathol. Respir.*, 20 (5), 453 – 457.

STRYER L. (1991.): Biokemija. Školska knjiga.

TREGGAR R. T. (1965.): Hair Density, Wind Speed and Heat Loss in Mammals. *J. Appl. Psychol.*, 20 (4), 796 – 801.

US DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES (1996.): Physical Activity and Health. A Report of the Surgeon General. US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention.

VERDECCHIA P., G. SCHILLACI, C. BORGIONI, A. CIUCCI, I. ZAMPI, R. GATTOBIGIO, N. SACCHI, C. PORCELLATI (1995.): White Coat Hypertension and White Coat Effect Similarities and Differences. *Am. J. Hypertens.*, 8 (8), 790 – 798.

YAMAMOTO Y, R. L. HUGHSON, J. C. PETERSON (1991.): Autonomic Control of Heart Rate During Exercise Studied by Heart Rate Variability Spectral Analysis. *J. Appl. Psychol.*, 71 (3), 1136 – 1142.

YOUNG D. R., R. MOSHER, P. ERVE, H. SPECTOR (1959.): Body Temperature and Heat Exchange During Treadmill Running in Dogs. *J. Appl. Psychol.*, 14 (5), 839 – 843.

## 8. SAŽETAK

### Utjecaj fizičke aktivnosti na izabrane laboratorijske i kliničke parametre u mačaka pasmine Maine Coon

Kako bi se uočili i pobliže istražili uzorci promjena određenih laboratorijskih i kliničkih parametara pod utjecajem fizičke aktivnosti kod mačaka, u ovome je istraživanju promatrano šesnaest netreniranih, zdravih mačaka pasmine Maine Coon dok su bile podvrgnute fizičkoj aktivnosti na pokretnoj traci. Određivajući kliničke i laboratorijske parametre prije i neposredno nakon izvođenja fizičke aktivnosti te triput tijekom odmora od 60 min, vrijednosti tjelesne temperature, frekvencije bila i disanja te koncentracije laktata i kreatin kinaze pokazale su statistički značajne promjene te su one detaljnije obrađene u ovom radu. Uočen je konstantan porast vrijednosti prosječne tjelesne temperature nakon izvođenja fizičke aktivnosti, koji je trajao i tijekom odmora od 60 minuta, nakon čega je uočen blagi pad tjelesne temperature. Vrijednost prosječne frekvencije disanja povisila se neposredno nakon izvođenja fizičke aktivnosti, ali uočen je postupni pad frekvencije disanja za vrijeme odmora od 60 minuta, tijekom kojeg je prosječna vrijednost došla na približno iste vrijednosti kao i prije početka testiranja. Vrijednosti frekvencije bila i koncentracije laktata bile su povišene prije izvođenja fizičke aktivnosti, nakon koje su se vrijednosti laktata povisile, a vrijednosti bila snizile. Za vrijeme odmora, kod oba je parametra uočen pad u smjeru bazalnih vrijednosti. Vrijednosti koncentracije kreatin kinaze povisile su se nakon izvođenja fizičke aktivnosti. Fizička aktivnost djeluje na navedene parametre povećavajući njihove vrijednosti jer su svi oni usko povezani s metabolizmom koji je za to vrijeme znatno ubrzan te svaki od navedenih parametara ima svoju funkciju u svladavanju, time uzrokovanog, fiziološkog stresa. Emocionalni stres uvjetovan okolišnim čimbenicima na mačke može djelovati u tolikoj mjeri da se značajno povise vrijednosti frekvencije bila i koncentracije laktata prije izvođenja same vježbe.

**Ključne riječi:** mačke, vježba, pokretna traka, trijas, laktat, kreatin kinaza

## 9. SUMMARY

### **The effect of physical activity on selected laboratory and clinical parameters in Maine Coon cats**

In order to observe and examine patterns of changes in certain laboratory and clinical parameters under the influence of physical activity in cats, sixteen untrained, healthy Maine Coon cats were observed in this study while undergoing physical activity on a treadmill. Determining clinical and laboratory parameters before and immediately after physical activity and also three times during 60-minute rest, body temperature, heart and respiration rate, and both lactate and creatine kinase concentrations showed significant changes and therefore they are discussed in more detail in this thesis. There was a constant increase of the average body temperature after performing physical activity, which lasted even during the 60-minute rest, after which a slight decrease in body temperature was observed. The value of the average respiratory rate increased immediately after performing physical activity, but a gradual decrease in respiratory rate was observed during the 60-minute rest period, during which the mean value reached approximately the same values as before the start of testing. Heart rate and lactate concentration were increased before performing physical activity, after which the lactate concentrations increased, whilst the heart rate decreased. However, during rest, a decrease in the direction of basal values was observed for both parameters. Creatine kinase concentration increased after performing physical activity. Physical activity affects mentioned parameters by increasing their values because they are all closely related to increased metabolism during exercise, and each of these parameters has its function in overcoming the physiological stress. Emotional stress caused by environmental factors can affect cats to such an extent that it significantly increases the heart rate and lactate concentration before performing the exercise itself.

**Keywords:** cats, workout, treadmill, clinical triad, lactate, creatine kinase

## 10. ŽIVOTOPIS

Rođen sam 30. 3. 1994. u Zagrebu, Republika Hrvatska. Završio sam Osnovnu školu „Čučerje“ u istoimenome mjestu na istočnim obroncima Medvednice, a nakon nje prirodoslovnu gimnaziju u Prirodoslovnoj školi Vladimira Preloga u Zagrebu. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. upisujem 2012. Tijekom cjelokupnog obrazovanja stekao sam izvrsno znanje engleskog te općenito njemačkog jezika, a zaljubljenik sam u hrvatski jezik i pravopis. Tijekom zimskog semestra 2016. godine bio sam volonter na Klinici za kirurgiju, ortopediju i oftalmologiju. U akademskoj godini 2018./2019. bio sam demonstrator na Zavodu za rendgenologiju, ultrazvučnu dijagnostiku i fizikalnu terapiju u sklopu dva kolegija: Opća i klinička rendgenologija i Metode fizikalne terapije i dijagnostike. Iste akademske godine bio sam studentski volonter, također na Zavodu za rendgenologiju, ultrazvučnu dijagnostiku i fizikalnu terapiju. Osim navedenih volontiranja i demonstratura, od srpnja do rujna 2017. godine bio sam na stručnoj praksi u klinici za kućne ljubimce „Trójmiejska Klinika Weterynaryjna“ u Gdańsku, Poljska, u sklopu programa Erasmus+. Od ostalih, studentskih, poslova vrijedan spomena je sezonski posao koji sam radio od 2014. do 2016. godine kao voditelj tura jahanja te timaritelj konja u turističkom kampu „Straško“ u Novalji. Sudjelovao na 7. Međunarodnom kongresu „Veterinarska znanost i struka“ 2017. godine kao autor postera. Velik sam zaljubljenik u plivanje, biciklizam i prirodu te u njoj volim provoditi slobodno vrijeme. Osim na taj način, vrijeme volim provoditi s obitelji, prijateljima i kućnim ljubimcima, a u nedostatku društva čitam ili slušam glazbu.