Primjena postupaka za procjenu aerobnog energetskog kapaciteta u sportskih pasa

Hrastić, Hrvoje

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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:178:837490

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

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište u Zagrebu

Veterinarski fakultet

Hrvoje Hrastić

PRIMJENA POSTUPAKA ZA PROCJENU AEROBNOG ENERGETSKOG KAPACITETA U SPORTSKIH PASA

Diplomski rad

Zagreb, 2017.

Zavod za rendgenologiju, ultrazvučnu dijagnostiku i fizikalnu terapiju

Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Predstojnik zavoda: prof. dr. sc. Damir Stanin

Zavod za fiziologiju i radiobiologiju

Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Predstojnica zavoda: prof. dr. sc. Suzana Milinković Tur

Mentor: doc. dr. sc. Zoran Vrbanac

Komentor: dr. sc. Lada Radin

Članovi povjerenstva za obranu diplomskog rada :

1. Prof. dr. sc. Damir Stanin

2. Dr. sc. Ana Shek Vugrovečki

3. Doc. dr. sc. Zoran Vrbanac

4. Doc. dr. sc. Nika Brkljača Bottegaro (zamjena)

Zahvala

Zahvaljujem mentoru doc.dr.sc. Zoranu Vrbancu i svim zaposlenicima Zavoda za rendgenologiju, ultrazvučnu dijagnostiku i fizikalnu terapiju na nesebičnoj pomoći prilikom odabira teme i izrade rada.

Zahvaljujem i svojoj komentorici dr.sc. Ladi Radin i Zavodu za fiziologiju i radiobiologiju na velikoj pomoći prilikom pisanja ovog rada.

Zahvaljujem i svojim prijateljima, posebno dragoj Luciji i Anti koji su bili nesebična podrška tijekom godina studiranja.

Na kraju, najveća zahvala mojoj obitelji koja je bila uz mene kao bezrezervna podrška tijekom mojeg školovanja.

POPIS KRATICA

AnP – anaerobni prag

AeP – aerobni prag

BPM – broj otkucaja srca u minuti (engl. *beats per minute)*

HR – frekvencija srca (engl. *heart rate)*

V – brzina (engl. *velocity*)

HRdp – točka defleksije srčane frekvencije (engl. *heart rate deflection point*)

Vdp – brzina pri kojoj je uočena točka defleksije (engl. *speed deflection point*)

HRdp 1 – točka defleksije srčanog ritma određena subjektivnom procjenom

Vdp 1 – brzina pri kojoj je uočena točka defleksije subjektivnom procjenom

HRdp 2 – točka defleksije srčanog ritma određena računalnim programom

Vdp 2 – brzina pri kojoj je uočena točka defleksije određena računalnim programom

VO_2max – maksimalni primitak kisika

POPIS SLIKA

Slika 1: Odnos intenziteta vježbanja i frekvencije rada srca

Slika 2: *Border collie* na pokretnoj traci

Slika 3: Određivanje HRdp-a subjektivnom metodom

Slika 4: Prikaz regresijske linije iz računalnog programa Polar Pro Trainer 5

Slika 5: Korelacija između HRdp1 i HRdp2

Slika 6: Korelacija između Vdp1 i Vdp2

POPIS PRILOGA

Tablica 1: Prikaz deskriptivne statistike

SADRŽAJ

1. UVOD 1

2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA 4

2.1. Metode i protokoli za određivanje anaerobnog praga mjerenjem koncentracije laktata u krvi 4

2.1.1. Laktati 4

2.2. Metode i protokoli za određivanje anaerobnog praga pomoću ventilacijskih parametara 5

2.3. Conconijev test 7

2.4. Ostale metode 9

3. VLASTITI RAD 11

3.1 Uvod 11

3.1.1. Conconijev test 12

3.2 Hipoteza 12

3.3. Opći i specifični ciljevi rada 12

3.4. Materijali i metode 13

3.4.1. Životinje 13

3.4.2. Protokol VEF1 14

3.4.3. Određivanje točke defleksije frekvencije srca 14

3.6. Rezultati 17

3.7. Rasprava 19

3.8. Zaključci 21

4. Literatura 22

5. Sažetak 25

6. Summary 26

7. Životopis 27

1. UVOD

Veterinarska sportska medicina relativno je novo područje te zahtjeva interdisciplinarni pristup, pa se tako u sportsku medicinu uključuju stručnjaci iz područja ortopedije, kardiologije, pulmologije, neurologije, fizikalne medicine i rehabilitacije, ali i stručnjaci iz drugih područja koji se bave kondicioniranjem, treninzima i nutricionizmom životinja. Osim mjerenja i određivanja protokola trenažnog procesa, sportska medicina područje je koje se bavi ozljedama zadobivenima u raznim sportskim disciplinama te uključuje dijagnostiku, terapiju, ali i prevenciju takvih ozljeda (ZINK, 2013).

Ciljevi sportske medicine i rehabilitacije su pomaganje i edukacija vlasnika pasa i njihovih vodiča da psa održe u atletskoj kondiciji, sprječavanje mogućih ozljeda te pomoć u oporavku nakon ozljeda. Psu pomaže da postigne potrebnu mišićnu masu, koordinaciju, izdržljivost, balans i fleksibilnost čime postižu bolje rezultate na samim natjecanjima.

U kliničkoj i sportsko – medicinskoj dijagnostici danas se upotrebljavaju različite metode i protokoli za određivanje aerobnog energetskog kapaciteta odnosno anaerobnog praga zbog njegove velike praktične primjene. Parametri za procjenu aerobnog kapaciteta opisani u literaturi uključuju: maksimalni primitak kisika (VO_2max), aerobni (AeP) i anaerobni (AnP) prag i broj otkucaja srca (engl. *heart rate*). U većine vrsta, pa tako i kod ljudi, pasa i konja, maksimalni primitak kisika označava kapacitet kardiovaskularnog sustava da transportira kisik do mišića (POOLE, 2004). Broj otkucaja srca smatra se korisnim pokazateljem relativnog kardiovaskularnog opterećenja te samim tim može biti indikator intenziteta treninga te se može primijeniti i u dijagnostici subkliničkih kardiovaskularnih bolesti u pasa i konja (MUNOZ i sur., 1999; ROVIRA i sur., 2008). Anaerobni je prag termin kojim se označava maksimalni intenzitet radnog opterećenja pri kojem akumulacija mliječne kiseline prelazi mogućnosti njene razgradnje te se stoga njen suvišak u obliku laktata može detektirati u krvi (IGNJATOVIĆ i sur., 2008).

Izraz anaerobni prag (AnP, engl. *anaerobic treshold, lactate treshold)* prvi spominje WASSERMANN (1990), a definira ga kao granicu između energetskih mehanizama iznad koje se aerobna opskrba organizma nadopunjuje anaerobnim mehanizmima. Anaerobni prag u ljudi dostiže se pri intenzitetu od oko 80 – 90% maksimalnog primitka kisika (VO_2max), dok se taj prag kod ne-sportaša dostiže pri 65 – 70% VO_2max uz koncentraciju mliječne kiseline u krvi između 3 i 5 mmol/L (VIRU, 1995).

Poznavanje sportaševa anaerobnog praga u humanoj medicini je važan podatak koji vodi utvrđivanju optimalnoga i valjanog intenziteta treninga (ŠENTIJA i VUČETIĆ, 2006). U aktivnostima u kojima je uspjeh, manje ili više, određen aerobnim kapacitetom, najčešće se koriste maksimalni progresivni testovi opterećenja (VUČETIĆ, 2007, disertacija). U usporedbi sa sportašima, utrenirani sportski psi u puno većoj mjeri se oslanjaju na aerobni metabolizam te posjeduju iznimnu sposobnost korištenja alternativnih izvora energije i održavanje zaliha glikogena (MILLARD, 2013).

U svakoj se stanici u organizmu odvijaju aerobni katabolički procesi koji uz utrošak kisika potpuno oksidiraju hranjive molekule do ugljikovog (IV) oksida i vode te se energija pohranjuje u ATP vezama. Principi aerobnog katabolizma mogu se podijeliti u 4 velike skupine reakcija: glikoliza, Krebsov ciklus, lanac transporta elektrona i oksidativna fosforilacija. U reakciji glikolize, koja je u principu enzimatska katalitička reakcija, glukoza se razgrađuje do piruvata. Krajnji ishod glikolize je razgradnja molekule glukoze na dvije molekule piruvata, dvije molekule NAD koje se reduciraju u $NADPH_2$. U glikolizi se utroše 2 molekule ATP-a te se stvore 4 nove molekule ATP-a za svaku molekulu glukoze. U Krebsovom ciklusu piruvat se oksidira u mitohondrijima pod utjecajem enzimatskih katalitičkih reakcija. Najvažnija reakcija Krebsovog ciklusa je sinteza 8 molekula $NADH_2$ i 2 molekule $FADH_2$ iz svake katabolizirane molekule glukoze uz sintezu 2 molekule ATP-a.

Skeletna muskulatura u mirovanju ima nisku stopu metabolizma. Kao odgovor na kontrakciju mišićnih vlakana, potrošnja energije skeletnog mišića može narasti stostruko od bazalnih vrijednosti. Organizam na povećanu potrošnju energije odgovara mobilizacijom energetskih rezervi, bilo onih lokalnih kao što je glikogen ili sistemskih kao što je masno tkivo. Fiziološki odgovor na pojačanu tjelesnu aktivnost je dostava dovoljne količine kisika i hranjivih tvari da bi organizam osigurao sintezu ATP-a u količini jednakoj količini razgrađenog ATP-a.

Fizičke performanse mogu se definirati kao: snaga (rad/vrijeme), brzina ili izdržljivost pa prema tome skeletna muskulatura ima 3 različita energetska režima za svaki tip napora. Za vježbe snage koje traju nekoliko sekundi ili kraće, izvor energije predstavlja ATP. Za aktivnosti koje traju od nekoliko sekundi do nekoliko minuta mišići energiju dobivaju neoksidativnom razgradnjom ugljikohidrata – glikogena, dok za aktivnosti koje traju dulje od 2 minute tijelo za dobivanje energije koristi oksidaciju masti i glukoze koji se nalaze u cirkulaciji. ATP i kreatinin fosfat trenutni su izvor energije, ali je njihova količina ograničena (SEGAL, 2012).

Stanice skeletne muskulature u mirovanju na raspolaganju imaju 5 – 6 mmol/kg ATP-a i 25 – 30 mmol/kg kreatinin fosfata što je dovoljno za samo nekoliko sekundi intenzivnog rada (SEGAL, 2012). Kada intenzivna vježba traje dulje od nekoliko sekundi, u organizmu se aktivira ubrzana razgradnja glikogena u mišićima do glukoze i laktata (SEGAL, 2012).

Ovaj anaerobni metabolizam glukoze ima tu prednost što brzo osigurava energiju prije nego što se poveća koncentracija kisika, glukoze ili masnih kiselina u krvi. Zbog male količine ATP-a mišići brzo troše zalihu glikogena pa je anaerobni metabolizam dovoljan za aktivnosti koje traju do minute. U nedostatku kisika, kada se glikolizom stvara više piruvata nego što ga mogu mitohondriji oksidirati, stanice mišića pretvaraju piruvat u mliječnu kiselinu koja se pak disocira na H+ ione i laktat pri čemu se sintetiziraju 2 molekule ATP-a. Anaerobni metabolizam brži je od aerobnog, ali je u konačnici nepovoljniji jer se njime dobiva i iskorištava samo dio energije koja se nalazi pohranjena u molekuli glukoze. Anaerobni metabolizam glukoze je samolimitirajući jer se zbog disocijacije mliječne kiseline i H+ iona koji nastaju pH snižava sa 7.1 do 6.2 pri čemu dolazi do inhibicije glikolize i umaranja mišića (SEGAL, 2012).

Intenzitet opterećenja iznad kojeg dolazi do značajnijeg uključivanja anaerobnog metabolizma poznat je kao anaerobni prag. SVEDAHL i MACINTOSH (2003) definiraju anaerobni prag kao najviši održivi intenzitet vježbanja pri kojem je izmjereni primitak kisika potpuno zadovoljavao energetske potrebe organizma. Sličnu, ali opet drugačiju definiciju anaerobnog praga donose HOLLMANN i HETTINGER (2000) pri čemu anaerobni prag definiraju kao najvišu razinu intenziteta koji organizam može, teoretski, podnositi beskonačno dugo bez prekida rada zbog povećanja kiselosti u mišićima. Anaerobni prag može se definirati i kao intenzitet rada pri kojem se prvi put značajnije povećava koncentracija laktata u plazmi, povećava se produkcija i eliminacija CO_2, uz istovremeni porast respiracijskog kvocijenta s eksponencijalnim povećanjem plućne ventilacije (NIKOLIĆ 2003).

2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Nepobitna je činjenica da za provođenje tjelesne aktivnosti potrebno je osigurati ravnotežu između stvaranja i potrošnje energije u organizmu. Intenzitet vježbanja pri anaerobnom pragu je opterećenje organizma koje pojedinac može izdržati relativno neograničeno vremensko razdoblje bez pada intenziteta vježbanja, a za odvijanje te aktivnosti energija se osigurava aerobnim energetskim metabolizmom. Intenzitet vježbanja iznad kojeg dolazi do uključivanja anaerobnog metabolizma poznat je kao anaerobni prag. Načini detekcije i same analize anaerobnog praga i nakon detekcije izvedenih funkcionalnih pokazatelja aerobne izdržljivosti organizma u značajnoj mjeri su se mijenjali. U praksi su najpoznatije, ali i najčešće korištene, tri osnovne metode za određivanje anaerobnog praga s obzirom na intenzitet opterećenja, a dijele se na: metode na osnovu analize promjene frekvencije rada srca, metode na osnovu promjene koncentracije laktata u krvi te metode bazirane na ventilacijskim i metaboličkim parametrima.

2.1. Metode i protokoli za određivanje anaerobnog praga mjerenjem koncentracije laktata u krvi

U humanoj medicini postoji rasprava o povezanosti laktatnog praga kao indeksa aerobnog kapaciteta i porasta laktata u krvi i mišićima. Istraživanja su pokazala da koncentracija laktata u krvi počinje rasti usporedno s povećanim unosom kisika te je zabilježeno da laktatni prag ovisi o aerobnom kapacitetu, a utvrđivanje koncentracije laktata u krvi prihvaćeno je kao praktična metoda određivanja aerobnog kapaciteta (YOSHIDA i sur., 1987). Jedan od razloga velike podudarnosti laktatnog praga i aerobnog kapaciteta je u vezi pojave metaboličke acidoze i nakupljanja laktata u krvi i mišićima. Tu vezu pojačava ubrzana glikoliza u mišićima.

2.1.1. Laktati

Berzelius je primijetio 1808. godine da se laktatna kiselina sintetizira u mišićima lovne srneće divljači. Stoljeće kasnije počeo se istraživati energetski metabolizam stanice i mišićne kontrakcije te objašnjavati zašto se stvara laktatna kiselina, to jest zašto se sintetiziraju laktat i vodikovi ioni tijekom intenzivnog vježbanja. Tada se smatralo da je laktatna kiselina otpadni produkt glikolize zbog čega do njene sinteze dolazi kada u stanici ne postoji adekvatna opskrba kisikom, to jest kada se u stanici aktivira anaerobni metabolizam (HILL i LUPTON., 1923). To se mišljenje promijenilo kada je otkriveno da se anaerobna glikoliza odvija i u jedinki koje miruju što nije povezano nužno s opskrbom kisikom, već je povezano uz sam metabolizam jedinke.

U veterinarskoj medicini postoji interes za mjerenje koncentracije laktata u krvi kako bi lakše došli do dijagnoze raznih kritičnih i kirurških stanja te kako bi evaluirali utreniranost pasa.

Koncentracija laktata u krvi može se mjeriti na dva načina: koristeći standardne biokemijske analizatore i komercijalne enzimske kitove u laboratoriju, ali i pomoću prijenosnog laktatometra. U humanoj se sportskoj medicini analiza koncentracije laktata koristi kao indikator utreniranosti te služi pri optimizaciji treninga svakom pojedinom sportašu (ŠENTIJA i sur. 2007), što bi se moglo prenijeti i u veterinarsku sportsku medicinu.

2.2. Metode i protokoli za određivanje anaerobnog praga pomoću ventilacijskih parametara

U literaturi postoje brojne metode za određivanje anaerobnog praga pomoću ventilacijskih parametara, a prvi koji je pokušao odrediti točku praga je HOLLMAN (1959). Prag koji je on odredio nazvan je točkom optimalne ventilacijske učinkovitosti (engl. *point of optimal ventilatory efficiency).* On je definirao anaerobni prag kao točku u kojoj pri progresivnom opterećenju počinje prevladavati anaerobni metabolizam. Ta točka određena je povlačenjem tangente na krivulju minutnog volumena disanja te je iz dodirne točke tangente i krivulje povučena okomita crta na os apscise koja izražava vrijednost intenziteta anaerobnog praga.

U humanoj medicini, ali i veterinarskoj medicini za sada ne postoji jedinstveni, standardni protokol za mjerenje aerobnog kapaciteta, pa je iz tog razloga usporedba rezultata iz različitih laboratorija često ograničena, čak nemoguća. Danas se u humanoj medicini pretežno koriste progresivni testovi opterećenja na bicikloergometru, veslačkom ergometru ili na pokretnom sagu gdje se porast opterećenja postiže ili povećanjem brzine saga ili povećanjem nagiba saga ili pak progresivnim povećanjem i brzine i nagiba saga, dok se kod ergometara povećava otpor ili snaga provlaka (VUČETIĆ i SUKREŠKI, 2012). Ukoliko nema kontraindikacija ili limitirajućih faktora, test se u pravilu provodi do iscrpljenja ispitanika. Izdahnuti zrak možemo analizirati pomoću modernih mjernih instrumenata koji osiguravaju izravno praćenje i naknadnu analizu ventilacijskih i metaboličkih parametara. Osim u laboratorijskim uvjetima, ove metode mogu se primjenjivati i na terenskim testovima koji se provode na prijenosnom spiroergometrijskom sustavu. U veterinarskoj medicini koriste se progresivni testovi opterećenja na pokretnom sagu.

Za sve modifikacije terenskih progresivnih testova kao što su progresivni trkački, biciklistički protokol te test na zvučni signal, karakterističan je ujednačeni porast opterećenja tijekom cijelog testa.

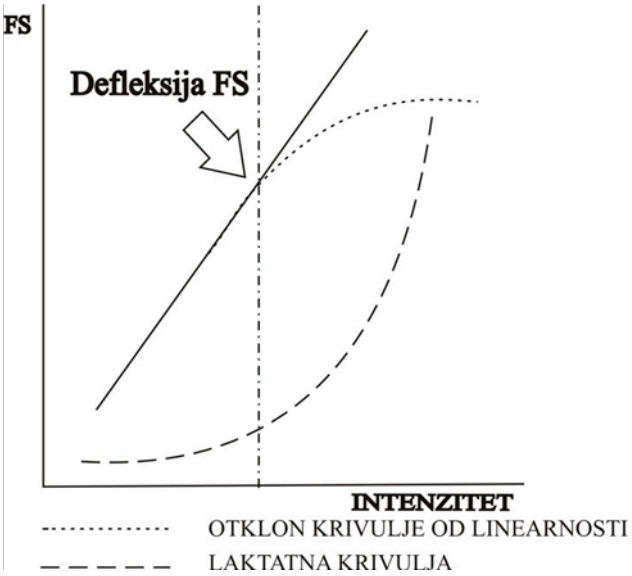
Testovi na zvučni signal, primjenjivi u humanoj medicini, više odgovaraju specifičnim situacijama kod momčadskih sportova kod kojih je izražena aciklička struktura kretanja jer se u toku testa moraju raditi ubrzavanja i zaustavljanja. Moguće je odrediti anaerobni prag ovim testom, ali uz mnogo veću pogrešku upravo zbog velikog broja faktora slobode (VUČETIĆ, SUKREŠKI 2012).

Konji se smatraju izvanrednim atletama naspram svih ostalih životinjskih vrsta zbog njihovog velikog aerobnog kapaciteta. Klinička testiranja bave se istraživanjem njihovih fizioloških karakteristika procjenjujući njihov nivo utreniranosti i sposobnost adaptacije na trening. Parametri koji se mjere tijekom tih testiranja su broj otkucaja srca, koncentracija laktata u krvi ili plazmi. U humanoj sportskoj fiziologiji zlatni standard za određivanje aerobnog kapaciteta je mjerenje potrošnje kisika (VO_2) tj. maksimalnog primitka kisika (VO_2max).

Maksimalan primitak kisika je parametar koji nam opisuje koordinaciju između kardiovaskularnog i neuromuskularnog sustava te nam pruža i informacije o stanju metabolizma. Mjerenje VO_2max kod životinja tehnički je vrlo komplicirano za razliku od provedbe istog testa kod ljudi. VAN ERCK i suradnici (2007) proveli su istraživanje na 5 konja kasača (*Standardbred trotters*) pri čemu su željeli provjeriti mogućnost mjerenja VO_2max u terenskim uvjetima. Dobivene rezultate usporedili su s rezultatima dobivenima u laboratorijskim istraživanjima. Životinje su podvrgnute testiranju na trkačkoj stazi i testiranju na pokretnom sagu u laboratoriju pri čemu je mjerena brzina, frekvencija rada srca i parametri ventilacije. Parametri ventilacije mjereni su pomoću prijenosnog otvorenog K4b2 analizatora plinova i Eqimask maske. Korelacija između VO_2 i HR i korelacija između VO_2 laktata tijekom oba testa bila je dobra, no nije zabilježena korelacija između VO_2max i HRmax te maksimalne koncentracije laktata.

2.3. Conconijev test

Talijanski fiziolog Francesco Conconi 1982. godine predložio je neinvazivno testiranje za određivanje anaerobnog praga. On je analizom odnosa brzine pokretnog saga i broja otkucaja srca utvrdio da se tijekom progresivnog opterećenja javlja odstupanje od linearnog porasta u odnosu broja otkucaja srca i brzine saga.



Slika 1: Odnos intenziteta vježbanja i frekvencije rada srca

Na temelju navedene činjenice Conconi je razvio metodu za utvrđivanje anaerobnog praga, a koja je njemu u čast nazvana *Conconijev test.* Test je kroz godine modificiran i prilagođavan različitim oblicima sportske aktivnosti, ali ono što ostaje nepromijenjeno je kontinuirano progresivno opterećenje sportaša te konstantno bilježenje frekvencije srca. Pomoću ova dva parametra vrlo je jednostavno konstruirati grafikon odnosa frekvencije srca i intenziteta opterećenja (Slika 1.). Točka u kojoj dolazi do otklona od linearnosti, to jest točka defleksije srca, smatra se okvirnim anaerobnim pragom. (CONCONI i sur. 1982)

Određivanje anaerobnog praga sportaša u sportskoj medicini i dijagnostici izaziva velik interes znanstvenika i sportskih stručnjaka, stoga postoji velika količina stručne literature na tu temu. Bilo bi za očekivati, s obzirom na brojne mogućnosti primjene anaerobnog praga kod ljudi, da su takvi ili slični testovi provedeni i na sportskim psima, no dostupne literature je malo. Određivanje točke defleksije frekvencije srca smatra se pouzdanom metodom određivanja anaerobnog praga iako su s vremenom razvijene i brojne druge tehnike kao što su matematičko modeliranje, regresijske tehnike za očitanje HRdp-a. Još se uvijek koristi subjektivno očitavanje dobivenih grafikona jer je ta metoda za određivanje točke defleksije srca najpraktičnija, iako nije najpreciznija (IGNJATOVIĆ i sur., 2008).

Tijekom vježbe srčana frekvencija se linearno povećava s povećanjem intenziteta fizičke aktivnosti, a maksimalna je srčana frekvencija (HRmax) izravno proporcionalna maksimalnom primitku kisika.

Fiziološki mehanizmi koji se nalaze u temeljima ovog koncepta HRdp-a nisu još u potpunosti poznati iako se čini da na fenomen HRdp-a utječu funkcija miokarda, katekolamini, živčani sustav kao i razina kalija u krvi (BODNER i RHODES, 2000; IGNJATOVIĆ i sur. 2008). HOFMANN i POKAN (2010) smatraju da je glavni uzrok HRdp-a osjetljivost srčanih β1-adrenoceptora na katekolamine. Pojava HRdp-a je individualna kod svake jedinke te na njenu pojavu utječe (ne)adekvatno zagrijavanje, postupno povećanje intenziteta, a na nju ne utječe individualna utreniranost ili dob (BODNER i RHODES, 2000).

2.4. Ostale metode

Uz Conconijevu metodu u kojoj se anaerobni prag određuje praćenjem kinetike srčane frekvencije (engl. *deflection point* tj. točka defleksije), postoje još i metode koje nisu toliko poznate, niti su korištene u praksi. Uz gore navedene metode postoji metoda praćenja koncentracije katekolamina u krvi, s ciljem utvrđivanja katekolaminskog praga kao alternativa laktatnoj metodi s obzirom da uočene promjene koreliraju s promjenama koncentracije laktata. Elektromiografija se proučava kao moguća metoda procjene anaerobnog praga s obzirom da je visoka povezanost ventilacijskog i elektromiografskog praga, a to bi moglo upućivati na doprinos mišićno – senzorne aktivacije mehanizmu anaerobnog praga uslijed pojačanog aktiviranja brzih mišićnih vlakana. Metode koje se još mogu koristiti za određivanje anaerobnog praga su i određivanje koncentracije amonijaka u krvi, određivanje promjena u sastavu sline, određivanje koncentracije hormona rasta u krvi.

Prednost metode određivanja anaerobnog praga na temelju ventilacijskih i metaboličkih parametara u odnosu na laktatnu metodu je njena preciznost, pouzdanost i neinvazivnost. Izvori odstupanja anaerobnog praga dobivenog na temelju koncentracije laktata u krvi mogu biti razlike u protokolima testiranja, prevelike razlike u stupnjevima opterećenja kao i vrijeme uzorkovanja.

Prema VUČETIĆU i SUREŠKOM (2012) istraživanja usporedbe ventilacijskog i laktatnog anaerobnog praga nisu pružila rezultate koji bi u potpunosti mogli potvrditi isti mehanizam u pozadini ta dva praga. U pravilu je ventilacijski prag nešto viši od laktatnog što možemo objasniti na način da je ventilacija zapravo posljedica povećanja laktata, odnosno CO_2 u krvi. Neki autori zaključuju da akumulacija laktata u krvi nije odgovorna za ventilacijske promjene, odnosno da se laktatni i ventilacijski prag samo koincidencijski istovremeno pojavljuju te u pitanje dovode zaključivanje o laktatnom pragu na temelju mjerenja ventilacijskih pokazatelja.

Izbor adekvatnog protokola za procjenu energetskih kapaciteta je izuzetno kompleksan i zahtjevan. Izbor prije svega ovisi o tome koje parametre trebamo, možemo i znamo upotrijebiti u trenažnom procesu. S druge strane, važno je poznavati karakteristike protokola, odnosno koje parametre možemo i s kojom preciznošću (ili greškom) mjeriti ili procijeniti, a koje parametre uopće ne možemo procijeniti pojedinim protokolom. Isto tako je od izuzetne važnosti primijeniti one protokole koji će nam pružiti parametre koje možemo implementirati u naš trenažni program.

Kod mjerenja aerobnog kapaciteta, najvažnije informacije koje bi izabrani protokol trebao procijeniti su parametri intenziteta i koncentracije laktata u krvi pri vršnim vrijednostima te aerobnom i anaerobnom pragu. Temeljem tih parametara trener je u mogućnosti procijeniti razinu kondicijske pripremljenosti, definirati individualne zone treniranosti sportaša, definirati ciljeve treninga, preciznije izraditi plan i program treninga, kontrolirati opterećenje na treningu, analizirati utjecaj treninga na promjene stanja treniranosti, educirati sportaše, trenere i roditelje te samim time i opravdati ulaganja u trenažni sustav.

3. VLASTITI RAD

Ovaj rad izrađen je na Zavodu za rendgenologiju, ultrazvučnu dijagnostiku i fizikalnu terapiju Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod vodstvom mentora dr. sc. Lade Radin, dr. med.vet. i dr. sc. Zorana Vrbanca, dr. med. vet. te je predan na natječaj za dodjelu Rektorove nagrade Sveučilišta u Zagrebu u akademskoj godini 2013./2014.

3.1 Uvod

Agility je sportska disciplina u kojem vodič usmjerava psa da svlada određene prepreke. Cilj natjecatelja u *agilityju* jest svladati stazu sa preprekama bez grešaka i u što kraćem vremenu. Vodičeva kontrola je ograničena na glas i različite pokrete tijelom što zahtjeva iznimnu obuku psa i dobru koordinaciju vodiča (ZINK, 2013). Velikom broju vlasnika koji se sa svojim psima odlučuju na ovaj tip sportske aktivnosti, ali i veterinarima koji o njima brinu, potrebni su objektivni parametri pomoću kojih mogu procijeniti kondiciju svog psa, kako bi bili u mogućnosti individualno prilagoditi razinu opterećenja tijekom treninga.

U kliničkoj i sportsko-medicinskoj dijagnostici koriste se brojne metode i protokoli za određivanje anaerobnog praga zbog njegove velike praktične primjene. Opće prihvaćeni parametri za procjenu aerobnog kapaciteta su: maksimalni primitak kisika (VO_2max), aerobni (AeP) i anaerobni (AnP) prag..

Agility trening pasa značajno utječe na povećanje koncentracije laktata u krvi te s toga dolazi do anaerobnih uvjeta u organizmu. Koncentracija klorida u plazmi, hematokrit i trigliceridi rastu sa intenzitetom vježbe, dok s druge strane koncentracije serumskih albumina, kalcija i fosfora padaju odmah nakon vježbe (ROVIRA i sur., 2007; ROVIRA i sur. 2007). Ove navedene promjene mogu se pripisati kontrakciji slezene pri čemu se povećava promet tekućine iz intersticija u vaskularni prostor. Postoji minimalna promjena u plazmi tijekom *agility* natjecanja, ali dolazi do velike potrebe za anaerobnim metabolizmom. Danas puno različitih pasmina pasa sudjeluje na *agility* natjecanjima te ima puno različitih stupnjeva natjecanja. Iz navedenog razloga, a zbog razlika u utreniranosti, ali i zbog genetske predispozicije neki psi istu aktivnost doživljavaju kao veći napor od nekih drugih aktivnosti.

Poznavanje sportaševa anaerobnog praga jest važan podatak koji vodi utvrđivanju optimalnoga i valjanog intenziteta treninga (ŠENTIJA i VUČETIĆ, 2006). U aktivnostima u kojima je uspjeh, manje ili više, određen aerobnim kapacitetom, najčešće se koriste maksimalni progresivni testovi opterećenja (VUČETIĆ, 2007, disertacija).

U usporedbi sa sportašima, utrenirani sportski psi u puno većoj mjeri se oslanjaju na aerobni metabolizam, te posjeduju iznimnu sposobnost korištenja alternativnih izvora energije i održavanje zaliha glikogena (MILLARD, 2013).

3.1.1. Conconijev test

Analizom odnosa brzine trčanja i broja otkucaja srca Conconi je utvrdio je da se tijekom progresivnog opterećenja javlja odstupanje od linearnog porasta u odnosu broja otkucaja srca i brzine (HR/S).

Točku u kojoj se mijenja linearni porast ovog omjera nazvao je točkom defleksije frekvencije srca i povezao ju s iznenadnom akumulacijom laktata (laktatni, anaerobni prag).

3.2 Hipoteza

Neinvazivna metoda određivanja točke defleksije srca korištenjem modificiranog Conconijevoga testa može poslužiti za utvrđivanje anaerobnog praga kod sportskih pasa.

3.3. Opći i specifični ciljevi rada

Opći cilj ovog istraživanja bio je odrediti točku defleksije frekvencije srca (*heart rate deflection point* – HRdp) korištenjem modificiranog Conconijevog testa prilikom progresivnog testa opterećenja kod natjecateljskih *agility* pasa pasmine *Border Collie*.

Specifični cilj bio je utvrditi postojanje razlika i funkcionalnih veza između dviju tehnika određivanja točke defleksije srca.

3.4. Materijali i metode

3.4.1. Životinje

U ovom istraživanju sudjelovalo je četrnaest zdravih pasa pasmine graničarski koli (*Border collie*) prosječne starosti 3,9 (± 2,3) godina, 8 ženki i 6 mužjaka koji se aktivno bave sportskim *agility* natjecanjima, čija je prosječna težina iznosila 17,3 (± 3,1) kilograma. Svi su psi prije istraživanja podvrgnuti temeljitom kliničkom pregledu koji je uključivao kompletnu krvnu sliku, specifične biokemijske parametre krvi, EKG i rendgenološki nalaz kukova kako bi isključili poremećaje koji bi mogli utjecati na dobivene rezultate. Svi ispitivani psi prošli su barem dva treninga upoznavanja s pokretnim sagom.

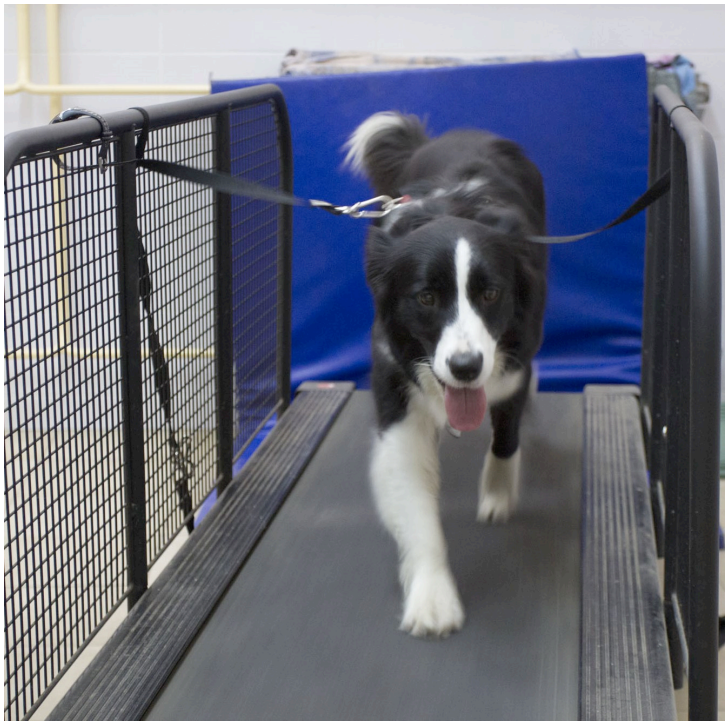
Psi su podvrgnuti progresivnom testu opterećenja na pokretnom sagu (Fit Fur Life Ltd., Professional model, Surrey, Great Britain) koristeći protokol VEF- 1. Frekvencija rada srca životinja bilježena je korištenjem Polar sustava (Polar WearLink elastični elektrodni pojas i primopredajnik W.I.N.D., Polar RS800CX, Electro Inc, Kempele, Finska) postavljenog oko prsnog koša ispitanika. Kontinuirano praćenje srčane frekvencije započelo je u fazi mirovanja i trajalo je tijekom cijeloga treninga. Elastični elektrodni pojas bežičnom je vezom spojen na ručni sat i prikazuje frekvenciju srca u stvarnom vremenu u jednoj sekundi. Podaci su prebačeni na računalo putem infracrvene veze, te su analizirani korištenjem softvera Polar ProTrainer 5 (POLAR Electro Inc, Lake Success, SAD).

Uporaba Polar sustava ranije je opisana u pasa (PALESTRINI i sur., 2005; ROVIRA i sur., 2010; VRBANAC i sur., 2011; JONCKHEER-SHEEHY i sur., 2012).

Svi psi bili su osigurani sigurnosnom ormom kao zaštitom od mogućeg pada. Vlasnicima je savjetovano da psima uskrate jelo barem 2 sata prije samog treninga, a odmah nakon završetka treninga ponuđena im je voda.

3.4.2. Protokol VEF1

Test je svaki ispitanik započeo hodanjem pri brzini od 5 km/h u svrhu zagrijavanja koje je trajalo 2 minute, nakon čega je brzina saga povećavana svakih 30 sekundi za 0,5 km/h. Nagib saga je bio konstantan i iznosio je 5%. Prijelaz iz hoda u kas, pa potom galop događao se na individualnom stupnju opterećenja tj. brzine za svakog psa. Maksimalna brzina i završetak testa određeni su zadnjim stupnjem opterećenja kojeg je ispitanik uspio istrčati pola minute, pri čemu je maksimalna moguća brzina iznosila 20 km/h. Smatralo se da su psi iscrpljeni kada su počeli posustajati u trčanju ili kad bi izgubili koordinaciju prilikom trčanja. Pas u oporavku nastavljao je hodati još 5 minuta pri brzini od 5 km/h, uz dalje praćenje ergometrijskih parametara.

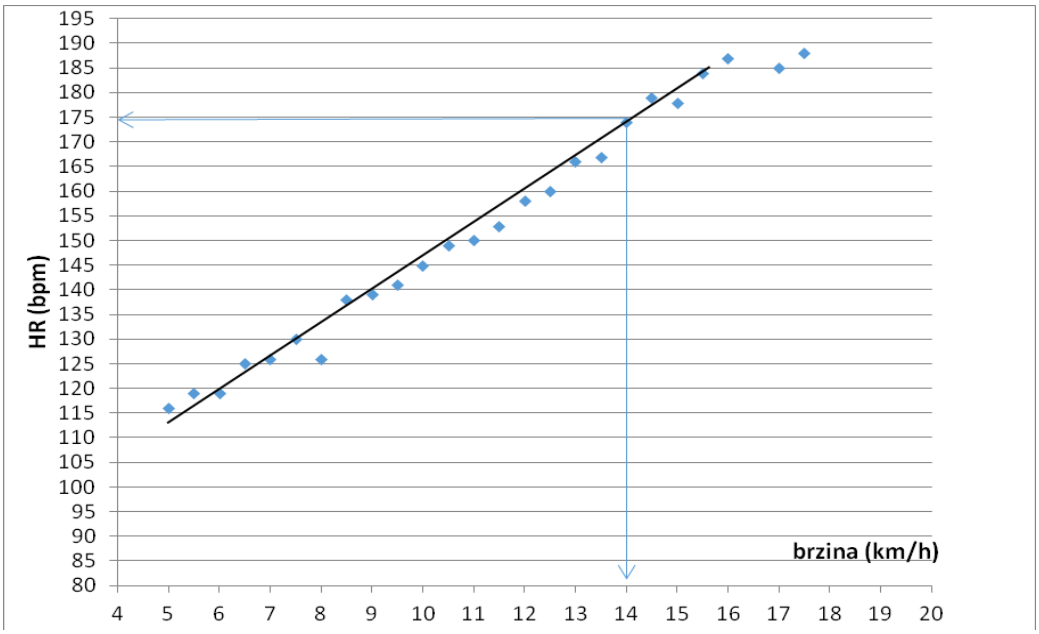


Slika 2: *Border Collie* na pokretnoj traci

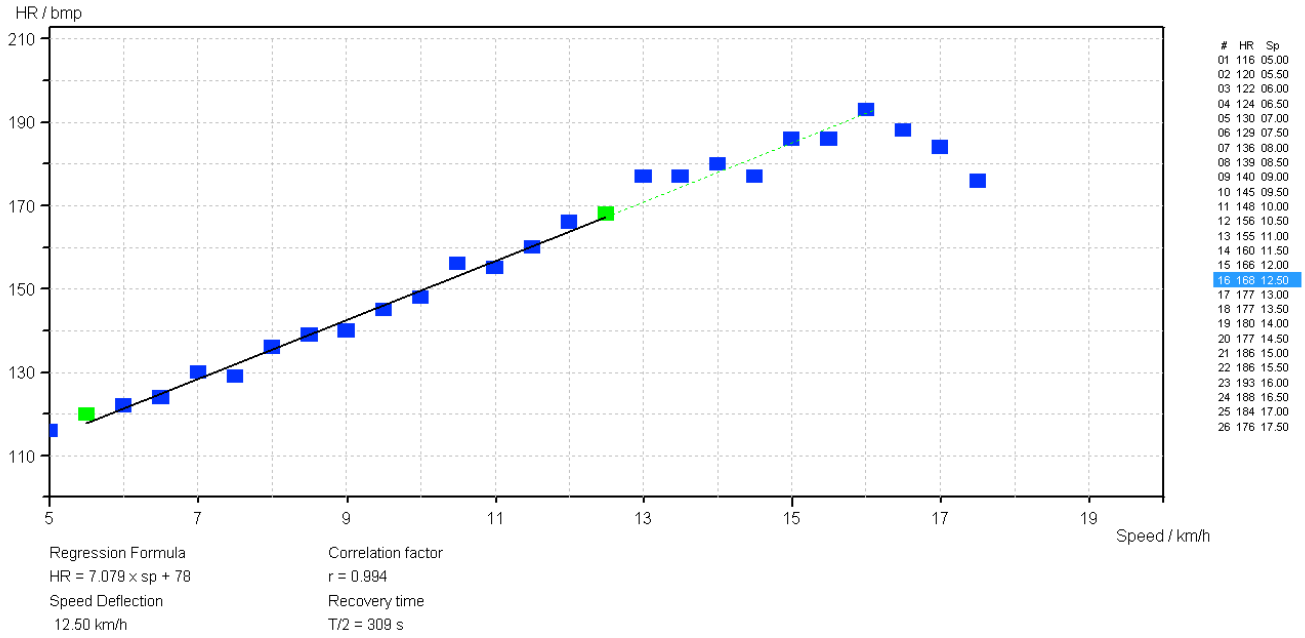
3.4.3. Određivanje točke defleksije frekvencije srca

Točka defleksije frekvencije srca (HRdp) kao i brzina pri kojoj se uočava točka defleksije (Vdp) određene su pomoću dvije metode. Prva metoda (HRdp1, Vdp1) uključivala je subjektivnu procjenu promatranjem grafikona od strane svih autora rada (Slika 2). Grafikoni su izrađeni na osnovu prosječne vrijednosti frekvencije srca za svaki pojedini stupanj opterećenja odnosno povećanja brzine.

HRdp i Vdp identificirane su kao točke u kojima su vrijednosti nagiba linearnog odnosa brzine i frekvencije srca počele padati, dok su vrijednosti presijecanja na y-osi počele rasti. Vrijednosti koje su odredili evaluatori su uspoređene i usuglašene. Ukoliko se nakon pregleda grafikona nije mogao donijeti jednoglasan zaključak, podaci su isključeni iz istraživanja. Druga metoda (HRdp2, Vdp2) sastojala se u korištenju regresijske analize u sklopu računalnog programa Polar Pro Trainer 5 u kojega su preneseni podatci cjelokupne vježbe za pojedinoga psa (Slika 3).



Slika 3. Određivanje HRdp-a subjektivnom metodom



Slika 4. Prikaz regresijske linije iz računalnog programa Polar Pro Trainer 5

3.5. Statistička analiza

Iz dobivenih rezultata izračunati su i prikazani statistički parametri: srednja vrijednost, standardna devijacija, medijan, minimalna i maksimalna vrijednost. Povezanost podataka određena je metodom linearne korelacije (Pearson Rank Order Correlation), a statistički značajna povezanost i njen predznak određeni su koeficijentom korelacije (r). Statistička značajnost korelacija postavljena je na $p<0,05$.

Za statističke analize upotrjebljeni su računalni programi *SigmaStat 3.0 for Windows* (Jandel Corporation, San Rafael, CA, SAD i *Microsoft Excel 2000 for Windows XP).*

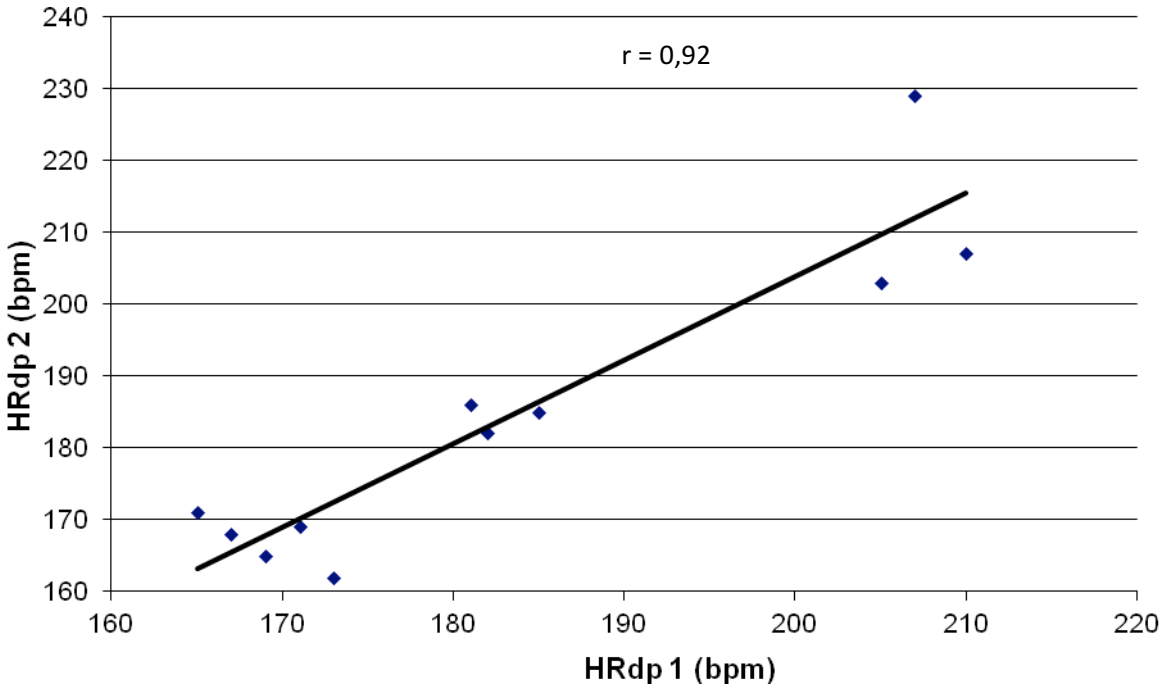
3.6. Rezultati

Tijekom obrade podataka, u 3 psa nije bilo moguće utvrditi HRdp zbog nelinearnoga porasta frekvencije srca, odnosno prevelikih ekstrema u vrijednostima frekvencije srca u pojedinim točkama, stoga su u statističku obradu uključeni podaci 11 pasa. Prosječna maksimalna brzina dostignuta u protokolu VEF1 iznosila je 17,68 (± 1,96) km/h, dok je raspon maksimalne brzine bio između 14,5 i 20 km/h. Najviša zabilježena vrijednost otkucaja srca u minuti iznosila je 230 BPM. Srednje vrijednosti HRdp i Vdp za 11 ispitanih pasa, maksimalne vrijednosti frekvencije srca (HRmax) i postignute brzine (Smax) prikazane su u Tablici 1.

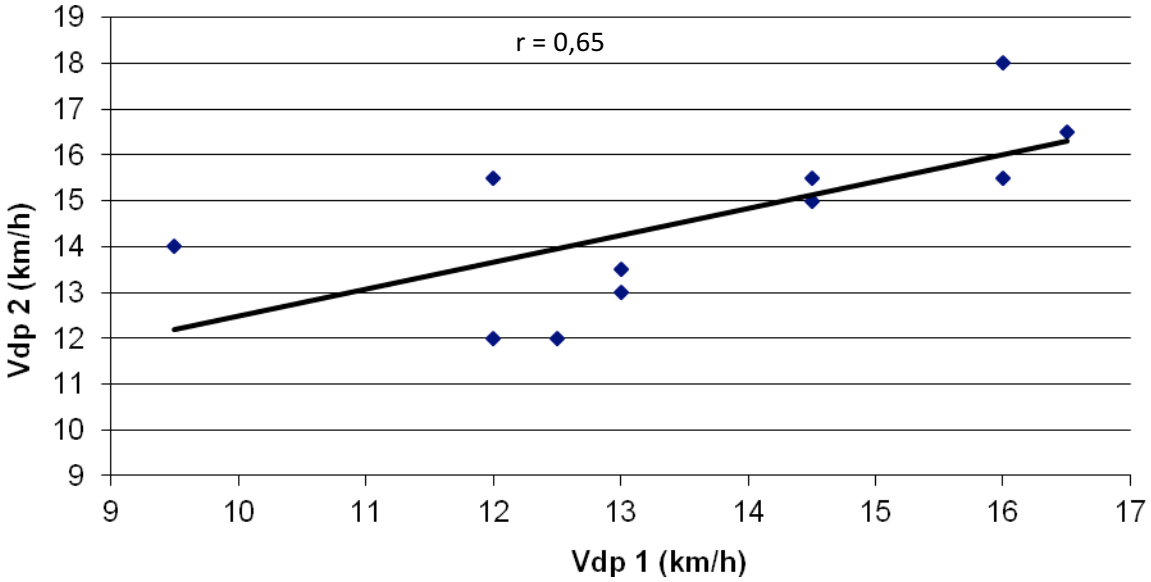
Tablica 1. U tablici je prikazana deskriptivna statistika (srednja vrijednost ± SD, max, min, median) za točku defleksije frekvencije srca i brzine pri točki defleksije frekvencije srca određenih ručno (HRdp1/Vdp1), te iste vrijednosti određene računalnim programom (HRdp2/Vdp2), maksimalna vrijednost frekvencije srca izmjerena tijekom testa (HRmax) te maksimalna brzina postignuta tijekom testa (Smax).

	Mean	±SD	Max	Min	Median
HRdp 1 (bpm)	183,182	16,786	210,000	165,000	181,000
Vdp 1 (km/h)	13,591	2,131	16,500	9,500	13,000
HRdp 2 (bpm)	184,273	21,019	229,000	162,000	182,000
Vdp 2 (km/h)	14,591	1,882	18,000	12,000	15,000
HRmax (bpm)	230,091	14,003	246,000	201,000	234,000
S max (km/h)	17,682	1,953	20,000	14,500	17,500

Izrazito visoka i statistički značajna pozitivna korelacija ($r = 0,92$, $p < 0,0001$) nađena je između vrijednosti HRdp 1 i HRdp 2 (Slika 4). Usporedbom brzina Vdp 1 i Vdp 2 također je nađena visoka statistički značajna i pozitivna korelacija ($r = 0,66$; $p < 0,05$) među parametrima (Slika 5).



Slika 5. Korelacija između HRdp 1 i HRdp 2; n=11; r=0,92; p<0,001



Slika 6. Korelacija između Vdp 1 i Vdp 2; n=11; r=0,65; p<0,05

3.7. Rasprava

Određivanje anaerobnog praga (AnP) sportaša u sportskoj medicini i dijagnostici od velikog je interesa znanstvenicima i sportskim stručnjacima. Stoga je broj istraživačkih, ali i preglednih radova koji se bave teorijskom podlogom, tehnikama, modifikacijama testova te njihovom praktičnom primjenom iznimno velik. Najčešće korištene metode za određivanje anaerobnog praga su: a) metode na osnovu analize promjene frekvencije srca, b) metode na osnovu promjene koncentracije laktata u krvi i c) metoda bazirana na ventilacijskim i metaboličkim parametrima (VUČETIĆ, 2007).

No, iako bi bilo za očekivati da su slični ili modificirani testovi korišteni na sportskim psima, literature iz tog područja vrlo je malo, stoga pregledom nismo uspjeli naći istraživanja u kojima je anaerobni prag određivan neinvazivno, to jest određivanjem točke defleksije frekvencije srca. Ova metoda smatra se pouzdanom i podudarnom s metodama određivanja AnP mjerenjem koncentracije laktata u krvi (ŠENTIJA i sur., 2007; FAUDE i sur., 2009). Iako su vremenom razvijene mnoge tehnike očitavanja HRdp-a (matematičko modeliranje, regresijske tehnike), većina istraživača još uvijek koristi subjektivnu metodu očitavanja dobivenih grafikona, jer iako možda nije najpreciznija, svakako je najpraktičnija (IGNJATOVIĆ i sur., 2008). Naše istraživanje pokazalo je visoki koeficijent korelacije ($r = 0.92$) za HRdp između dviju tehnika (Slika 2).

Tijekom vježbe srčana se frekvencija linearno povećava s pojačanjem intenziteta fizičke aktivnosti te je maksimalna srčana frekvencija (HRmax) izravno proporcionalna maksimalnom primitku kisika. Iz tog razloga se za procjenu intenziteta opterećenja možemo poslužiti praćenjem srčane frekvencije (McGOWAN i HAMPSON, 2007). Postoji svega nekoliko dostupnih studija na psima gdje je određena maksimalna vrijednost srčane frekvencije, no svejedno su korištene kao mjerilo u naknadnim istraživanjima. WAGNER i sur. (1977) kod skupine križanaca opisuju maksimalnu srčanu frekvenciju od 300 BPM, dok STAADEN (1989) mjeri 318 BPM kod natjecateljskih hrtova *Greyhounda*, odnosno 245 – 300 BPM odmah nakon utrke (ILKIW i sur., 1987). U polarnih pasa koji vuku saonice izmjeren je HRmax od 238 BPM nakon 30 kilometara trke, i 202 BPM nakon 60 kilometara trke (CONSTABLE, i sur., 1994). Iako se vrijednost od 300 BPM u mnogim dostupnim radovima opisuje kao maksimalna vrijednost srčane frekvencije, u obzir treba uzeti ne samo pasminske razlike već i oblik aktivnosti. Maksimalni zabilježeni prosječni broj otkucaja u minuti u ovom istraživanju iznosio je 230 BPM, što odgovara nalazu ROVIRA i sur. (2010) od 220 BPM u *agility* pasa na natjecanju.

S obzirom da su tijekom izvođenja VEF1 protokola ispitanici završavali testiranje kod nemogućnosti daljnjeg nastavljanja vježbe, zaključujemo da su i dobivene vrijednosti BPM bile maksimalne.

Prosječni HRdp u našem istraživanju na utreniranim *Border Collijima* u prosjeku se nalazio na 183 tj. 184 BPM, dakle, na 80% prosječne maksimalne frekvencije srca postignute u ovom istraživanju – 230 BPM. Taj nalaz sličan je kao kod BODNER i RHODES (2000) koji navode da se promjena u nagibu linearnog odnosa broja otkucaja srca i opterećenja, koja predstavlja HRdp, obično nalazi na 88 – 94% HRmax. HRdp se redovito može uočiti kod svih ispitanika, bez obzira na njihovu utreniranost (BODNER i RHODES, 2000).

MCGOWAN i HAMPSON (2007) navode da je vrijednost HRmax direktno proporcionalna vrijednosti VO_2max, stoga 80% HRmax u našem istraživanju odgovara 70% VO_2max. No, treba imati na umu da je raspon individualnog HRdp-a bio između 162 i 229, što ukazuje na potrebu individualnog pristupa određivanju fizioloških parametara utreniranosti svakog sportskog psa, kao što je preporučeno i u sportaša. Fiziološki mehanizmi na kojima se temelji koncept HRdp-a još nisu u potpunosti razjašnjeni. No, čini se da na njegovu pojavu utječu funkcija miokarda, katekolamini, živčani sustav, kao i razina kalija u krvi (BODNER i RHODES, 2000; IGNJATOVIĆ i sur, 2008).

U budućim istraživanjima bit će potrebno provjeriti odgovaraju li vrijednosti izmjerene neinvazivnom tehnikom (Conconijevim testom) anaerobnom pragu dobivenom mjerenjem koncentracije laktata u krvi (invazivna tehnika) ili ventilacijskih parametara. Također, trebalo bi korištenjem više različitih protokola modificiranog Conconijevoga testa kod istoga ispitanika odrediti HRdp, radi ispitivanja njegove ponovljivosti.

Premda rezultati ovog istraživanja pokazuju da korištene metode statistički značajno koreliraju, daljnjim istraživanjima potrebno ih je provjeriti korištenjem ostalih priznatih metoda za određivanje anaerobnog praga u individualnih pasa. Nadopunjavanjem tih podataka stvaraju se okviri za objektivno praćenje utreniranosti i programiranje treninga sportskih pasa, nužnih za daljnji razvoj veterinarske sportske medicine.

3.8. Zaključci

1. Modificirani Conconijev test moguće je primijeniti u natjecateljskih *agility* pasa, što je potvrđeno uspješnim određivanjem točke defleksije frekvencije srca u 11 od 14 ispitanika.
2. Određivanje točke defleksije frekvencije srca subjektivnom metodom pokazala je veliku podudarnost s regresijskim računalnim modelom, što je potvrđeno visokim koeficijentom korelacije (r = 0,92).
3. U istraživanju je progresivnim testom opterećenja određena maksimalna frekvencija srca u pasa pasmine *Border Collie*.
4. Točka defleksije srčane frekvencije kod pasa pasmine *Border Collie* iznosila je 80% maksimalne prosječne srčane frekvencije.
5. S obzirom na raspon individualne točke defleksije frekvencije srca, individualni anaerobni prag vjerojatno predstavlja precizniju mjeru utreniranosti.
6. Dobivene vrijednosti anaerobnog praga za natjecateljske *Border Collije* potrebno je validirati korištenjem ostalih metoda za određivanje anaerobnog praga radi izrade standarda za korištenje u veterinarskoj sportskoj medicini.

4. Literatura

BODNER, M., E. RHODES (2000): A review of the concept of the heart rate deflection point. Sports Medicine 30 (1), 34 – 46

CONCONI, F., M. FERRARI, P. G. ZIGLIO, P. DRIGHETTI, L. CODECA (1982): Determination of the anaerobic threshold by a non-invasive field test in runners. Journal of Applied Physiology 52, 869 – 873

CONSTABLE, P.D., K.W. HINCHCLIFF, J. OLSON, R.L. HAMLIN (1994): Athletic heart syndrome in dogs competing in a long-distance sled race. Journal of Applied Physiology 76, 433-438

FAUDE, O., W. KINDERMANN, T. MEYER (2009): Lactate Threshold Concepts: How Valid are They? Sports Medicine 39 (6), 469 – 490

HILL, A.V., H. LUPTON (1923): Muscular exercise, lactic acid and the supply and utilization of oxygen. The Quarterly journal of medicine 16, 135-71

HOFMANN P., R. POKAN (2010): Value of the application of the heart rate performance curve in sports. International Journal of Sports Physiology and Performance 5, 437–447

HOLLMANN, W. (1956): The relationship between pH, lactate acid, potassium in the arterial and venous blood, the ventilation, POW and pulse frequency during increasing spiro – ergoinetric work in endurance trained and untrained persons. Pan – American Congress for Sports Medicine. Chicago, Illinois.

HOLLMANN, W., T. HETTINGER (2000): Sportmedizin. Grundlage für Arbeit, Training und Preventivmedizin. Stutgart - New York: Schattauer Verlag.

IGNJATOVIĆ A., P. HOFMANN, D. RADOVANOVIĆ (2008): Non–invasive determination of the anaerobic threshold based on the heart rate deflection point. Facta universitatis – series: Physical Education and Sport 6, 1 – 10

ILKIW J. E., P. E. DAVIS, D. B. CHURCH (1987): Hematologic, biochemical, blood-gas, and acid-base values in greyhounds before and after exercise. American Journal of Veterinary Research 50, 583-586

JONCKHEER-SHEEHY, V. S. M., C. M. VINKE, A. ORTOLANI (2012): Validation of a Polar human heart rate monitor for measuring heart rate and heart rate variability in adult dogs under stationary conditions. Journal of Veterinary Behavior 7, 205-212

MCGOWAN, C. M., B. HAMPSON (2007): Comparative exercise physiology. U: McGowan C., N. Stubbs, L. Goff, (Ur.): Animal physiotherapy: assessment, treatment and rehabilitation of animals. Blackwell Pub. Oxford, UK. str. 56-71

MILLARD, R. (2013): Exercise Physiology of the Canine Athlete. U: Millis, D, Levine, D. (Ur.): Canine rehabilitation and physical therapy. Saunders, St. Louis. str. 162 – 165

MUNOZ, A., R. SANTISTEBAN, M. D. RUBIO, E. I. AGUERA, B. M. ESCRIBANO, F. M. CASTEJON (1999): Locomotor, cardiocirculatory and metabolic adaptations to training in Andalusian and Anglo – Arabian horses. Research in Veterinary Science 66, 25 – 31

NIKOLIĆ, Z. (2003): Fiziologija fizičke aktivnosti. Beograd: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerziteta u Beogradu.

PALESTRINI, C., E. P. PREVIDE, C. SPIEZIO, M. VERGA (2005): Heart rate and behavioral responses of dogs in the Ainsworth's Strange Situation: a pilot study. Applied Animal Behaviour Science 94, 75-88.

POOLE, D. C. (2004): Current concepts of oxygen transport during exercise. Equine and Comparative Exercise Physiology 1, 5 – 22

ROVIRA, S., A. MUÑOZ, C. RIBER, M. BENITO (2010): Heart rate, electrocardiographic parameters and arrhythmias during agility exercises in trained dogs. Revue Médecine Vétérinaire 161, 307-313

ROVIRA, S., A. MUNOZ, M. BENITO (2007): Fluid and electrolyte shifts during and after Agility competitions in dogs. The Journal of Veterinary Medical Science 69(1), 31 – 35

ROVIRA, S., A. MUNOZ, M. BENITO (2007): Hematologic and biochemical changes during canine agility competitions. Veterinary Clinical Pathology 36(1), 30 – 35

ROVIRA, S., A. MUNOZ, M. BENITO (2008): Effect of exercise on physiological, blood and endocrine parameters in search and rescue trained dogs. Veterinarni Medicina 53, 333 – 346

SEGAL, S. S. (2012): Exercise Physiology and Sports Science. U: Boron, W. F. i Boulpaep E. L. (Ur.): Medical Physiology. Elsevier Saunders, SAD, str. 1249 – 1268

STAADEN, R. (1989): The exercise physiology of the racing greyhounds. Refresher Course for Veterinarians. Post Grad. Comm. Vet. Sci.Univ. Sydney, 122, 71-98

SVEDHAL, K., B. R, MACINTOSH (2003): Anaerobic threshold: The concept and methods of measurement. Canadian Journal of Applied Physiology 28 (2), 229-323.

ŠENTIJA, D., V. VUČETIĆ (2006): Sportsko-medicinska funkcionalna dijagnostika. U: Heimer, S., Čajavec, R. (Ur.): Medicina sporta. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, str. 140-15

ŠENTIJA, D., V. VUČETIĆ, G. MARKOVIĆ (2007): Validaty of the modified Conconi running test. International Journal of Sports Medicine 28, 1006 – 1011

VAN ERCK, E., D.M. VOTION, D. SERTEYN, T. ART (2007): Evaluation of oxygen consumption during field exercise test in Standardbred trotters. Equine and Comparative Exercise Physiology 4(1), 43–49

VIRU, A. (1995): Adaptation in sport training. Boca Raton, FL: CRC Press Inc.

VRBANAC, Z., M. BELIĆ, B. ŠKRLIN, N. BRKLJAČA BOTTEGARO, D. KOLARIĆ, H. CAPAK, B. PUGELNIK, M. BAKOVIĆ, D. STANIN (2011): The effect of moderate treadmill exercise on aerobic capacity in Labrador Retrievers – a preliminary study. 2nd VEPRA Conference Proceedings, 17-18 September, Warsaw, Poland, 69-70

VUČETIĆ, V. (2007): Razlike u pokazateljima energetskih kapaciteta trkača dobivenih različitim protokolima opterećenja. Disertacija, Zagreb, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

VUČETIĆ, V., M. SUKREŠKI (2012): Metode i protokoli za utvrđivanje anaerobnog praga. Kondicijski trening: stručni časopis za teoriju i metodiku kondicijske pripreme 10, 18 – 26

WAGNER, J. A., S.M. HORVATH, T. E. DAHMS (1977): Cardiovascular, respiratory, and metabolic adjustments to exercise in dogs. Journal of Applied Physiology 42, 403-7

WASSERMAN K., W.L. BEAVER, B. J. WHIPP (1990): Gas exchange theory and the lactic acidosis (anaerobic) threshold. Circulation 81 (1), 14 – 30

YOSHIDA, T., M. CHIDA, M. ICHIOKA, Y. SUDA (1987): Blood lactate parameters related to aerobic capacity and endurance performance. European Journal of Applied Physiology 56, 7 - 11

ZINK, C. M. (2013): What is a Canine Athlete? U: Van Dyke, J. B. i M. C. Zink (Ur.): Canine Sports Medicine and Rehabilitation. Willey – Blackwell, USA, str. 1 - 19

5. Sažetak

Primjena postupaka za procjenu aerobnog energetskog kapaciteta u sportskih pasa

Veterinarska sportska medicina relativno je novo područje te zahtjeva interdisciplinarni pristup, pa se tako u sportsku medicinu uključuju stručnjaci iz područja ortopedije, kardiologije, pulmologije, neurologije, fizikalne medicine i rehabilitacije, ali i stručnjaci iz drugih područja koji se bave kondicioniranjem, treninzima i nutricionizmom životinja. U kliničkoj i sportsko – medicinskoj dijagnostici danas se upotrebljavaju različite metode i protokoli za određivanje anaerobnog praga zbog njegove velike praktične primjene. Prihvaćeni parametri za procjenu anaerobnog kapaciteta su: maksimalni primitak kisika (VO_2max), aerobni (AeP) i anaerobni (AnP) prag i broj otkucaja srca (engl. *heart rate*). Cilj ovog rada, osim pružanja pregleda metoda kojima je moguće odrediti anaerobni prag životinja, bio je i određivanje točke defleksije srca (HRdp) primjenom modificiranog Conconijevog testa. Točka u kojoj dolazi do defleksije frekvencije rada srca određena je dvjema metodama: subjektivnom i računalnom. Ova neinvazivna metoda može poslužiti za utvrđivanje anaerobnog praga kod sportskih pasa.

Ključne riječi: *točka defleksije srčane frekvencije, laktati, modificirani Conconijev test, anaerobni prag*

6. Summary

Application of various methods for evaluation of anaerobic threshold in competitive dogs

Veterinary sports medicine is a relatively new area and requires interdisciplinary approach to the problem itself, so many specialists are included such as orthopedics, cardiology, pulmonology, neurology, physical medicine and rehabilitation professionals but there are also specialists involved in other areas of expertise conditioning and athletic trainings of dogs. In clinical and sports - medical diagnostics today, various methods and protocols are used to determine the anaerobic threshold due to its great practical application. The parameters for anaerobic capacity estimation that are accepted: maximum oxygen intake (VO_2max), aerobic (AeP) and anaerobic (AnP) threshold and heart rate. The aim of this study, besides providing the methods for determining the anaerobic threshold of the animal, was also the determination of the heart deflection point (HRdp) using the modified Conconi test. The point where the frequency of heart rate deflection comes is determined by two methods: subjective and computer. This non-invasive method can serve to determine anaerobic thresholds in sports dogs.

Key words: *heart rate deflection point, lactate, modified Conconi test, anaerobic threshold*

7. Životopis

Rođen sam 23. studenog 1992. u Čakovcu. Živim u malom mjestu Hlapičini gdje sam pohađao Područnu školu Hlapičina Osnovne škole Mursko Središće od 1. do 4. razreda, nakon čega sam školovanje nastavio u matičnoj školi. Nakon završene osnovne škole upisujem jezičnu gimnaziju u Gimnaziji Josipa Slavenskog Čakovec. Godine 2011. upisujem prvu godinu integriranog studija veterinarske medicine na Veterinarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Akademske godine 2016./2017. izabran sam za demonstratora na kolegiju „Metode fizikalne terapije i dijagnostike“. Nakon završenog studija, u ljetnim mjesecima, volontirao sam u Ambulanti za kućne ljubimce Bioinstituta u Čakovcu, a tijekom studija volontirao sam i na Zavodu za rendgenologiju, ultrazvučnu dijagnostiku i fizikalnu terapiju Veterinarskog fakulteta..