

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra obecné zootechniky a etologie



**Možnosti monitorování intenzity tělesného zatížení
u vybraných pracovních plemen psa domácího**

**Options of monitoring the intensity of physical work load
in selected breeds of domestic dog**

Bakalářská práce

Autor práce: Michaela Cyprová

Vedoucí práce: Ing. Ivona Svobodová, Ph.D.

© 2015 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Možnosti monitorování intenzity tělesného zatížení u vybraných pracovních plemen psa domácího" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne:

Michaela Cyprová

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala paní **Ing. Ivoně Svobodové, Ph.D.** za výběr a přidělení tématu bakalářské práce, odbornou pomoc, domluvu pilotního měření a umožnění sběru dat v Chovatelské stanici Policie České republiky v Domažlicích a poskytnutí technického vybavení.

Dále patří velké díky mé konzultantce **Ing. Adéle Palacké** za pomoc při psaní této práce, za pomoc při pilotním měření a sběru dat a velkou morální podporu.

Poděkování patří také **Mgr. Václavu Bittnerovi** za vytvoření metodiky pilotní studie a vedení celého projektu a **Aleši Rydvalovi** za navržení a vytvoření postrojů pro uchycení měřicích přístrojů pro psy.

V poslední řadě bych ráda poděkovala **Ing. Romanu Končelovi** za umožnění sběru dat v Chovatelské stanici Policie České republiky v Domažlicích a také celému pracovnímu týmu chovatelské stanice za trpělivost a pomoc při pilotním měření.

Možnosti monitorování intenzity tělesného zatížení u vybraných pracovních plemen psa domácího

Souhrn

Hlavním úkolem této práce je vyzkoušet a posoudit funkčnost měřicích přístrojů Polar protrainer a GPS v kynologické praxi. Pro měření a záznam tepové frekvence byl využit humánní sporttester Polar RS 800 spolu se speciálně navrženým a na zakázku vyrobeným postrojem. Pro záznam pohybu psa byl využit GPS systém Garmin Astro 320 s obojkem, který má široké využití zejména u záchranářských psů Horské služby.

Pilotní měření bylo realizováno v Chovatelské stanici Policie České republiky v Domažlicích. Pro měření byla vybrána skupina pěti chovných fen plemene německý ovčák ve věku čtyři až šest let. Testovaná zvířata jsou trvale ustájena ve venkovních kotcích se zateplenými boudami. Všechna zvířata jsou aktivně využívána v reprodukci a pro odchov štěňat.

Měření probíhalo v průběhu dne, během různých aktivit: pobyt v kotci, venčení, aportování a nácvik obranářských prací. Pilířem měření bylo otestování možností použitých zařízení a zjištění jejich spolehlivosti ve stanovených podmínkách. Měření v kotcích bylo současně dokumentováno videozáznamem.

Výsledky měření je možné sledovat bezprostředně po ukončení měření díky propojení Polaru i GPS s počítačem. Výsledky měření se zobrazují na časové ose, ze které lze nejen určit, jak dlouho zařízení na psu fungovalo, ale zda docházelo k výkyvům hodnot v průběhu různého stupně zátěže a v situacích, kterým byly feny vystaveny.

Současné studie a literatura se tématu měření zátěže příliš nevěnují. Vzhledem ke stoupající oblibě psích sportů a celkovému maximálnímu využití psa jako pomocníka začíná být nezbytným kromě správného ustájení, výživy a welfare také zajištění optimálních podmínek pro vytvoření a udržení kondice. Pouze při naplnění těchto faktorů lze po psovi požadovat podání spolehlivého výkonu. Právě sledování tepové frekvence se jeví jako účinný nástroj pro kontrolu kondice a vytvoření optimálních tréninkových a regeneračních plánů.

Klíčová slova: pes domácí, tepová frekvence, Polar RS 800, GPS, tělesná zátěž

Options of monitoring the intensity of physical work load in selected breeds of domestic dog

Summary

The main task of this work is to try and assess the functionality of the measuring instruments Polar protrainer and GPS in canine practice. For measuring and recording the heart rate is used human sporttester Polar RS 800 together with a specially designed and custom-made harness. To record the dog's movement will use GPS System Garmin Astro 320 with a collar, which is widely used in particular for rescue dogs by Mountain Rescue Service.

Pilot measurements were made in a kennel Police of the Czech Republic in Domažlice. For measuring was selected a group of five breeding females of the breed German Shepherd aged four to six years. Tested animals are housed in outdoor pens with insulated sheds. All animals are actively used in reproduction and breeding puppies.

Measurements were performed during the day in several activities: place in pens, walking, retrieving and training defensive work. The pillar was to test the possibility of measuring devices used and their reliability in specified scenarios.

Measurement results can be observed immediately after the measurement by linking Polar and GPS to a computer. Measurement results are displayed on the timeline, from which you can not only determine how long the device worked on the dog, but that was as expected, also reported elevated or normal values depending on the exposure of females to various stimuli, stressors and situations. Measurements in pens was also documented by video recording.

Recent studies and literature on this subject do not pay too much. Due to the growing popularity of dog sports a total maximum of using dogs as a helpers is necessary to ensure besides the proper housing, nutrition and welfare also optimal conditions for creating and maintaining fitness required for reliable performance. Now heart rate monitor is a powerful tool for creating optimal training and regeneration plans.

Keywords: dog, heart rate, Polar RS 800, GPS, physical load

Obsah

1 Úvod.....	7
2 Cíl práce.....	8
3 Přehled literatury.....	9
3.1 Anatomie psa.....	9
3.1.1 Srdce.....	9
3.1.2 Cévní systém.....	10
3.1.3 Dýchací ústrojí.....	13
3.2 Fyziologie psa.....	13
3.2.1 Funkce srdce.....	14
3.2.2 Srdeční frekvence.....	14
3.2.3 Elektrokardiogram.....	15
3.2.4 Tělesná teplota.....	16
3.2.5 Dechová frekvence.....	16
3.3 Historie monitorování intenzity zátěže.....	16
3.4 Současné možnosti monitorování zátěže.....	19
4 Materiál a metody.....	22
4.1 Charakteristika souboru.....	22
4.2 Charakteristika použitých metod.....	22
4.3 Způsob zpracování výsledků.....	24
5 Výsledky.....	25
6 Diskuze.....	28
7 Závěr.....	29

8 Seznam použité literatury.....	30
9 Seznam použitých pojmů.....	33
10 Samostatné přílohy.....	34

1 Úvod

Pes domácí (*Canis familiaris*) je hojně chován jako domácí mazlíček, zejména ve vyspělých zemích, kde se velmi výrazně podílí na sociálním životě lidí nejen tím, že je věrným přítelem, ale také svou využitelností pro práci a sport.

Zvláště oblast psích sportů se v současné době těší rostoucí oblibě a neustále jsou vytvářeny nové disciplíny pro všechna plemena psů od malých společenských plemen až po plemena obří. Stejně tak práce psů již není úzce spjata pouze s policejními či armádními složkami, ale různé druhy a stupně práce mohou se svými psími pomocníky vykonávat také osoby jiných profesí a dobrovolníci. Vzhledem k době, po kterou se psi ve službě využívají, se dá předpokládat, že otázky výživy, správného ustájení a welfare psů jsou pečlivě prozkoumány a výsledky výzkumů jsou aplikovány v praxi. Oblastí, která je opředena otazníky, zůstává schopnost psa reagovat na zátěž, vyrovnávat se se stresem a zmapování situací, kterým jsou psi při práci vystavováni. Cílem každého majitele, který se svému psu věnuje a vystavuje jej fyzické či psychické zátěži spojené s výcvikem, by mělo být umění rozpoznat rozpoložení svého svěřence, naplánovat trénink podle aktuálního stavu zvířete a vyhnout se tak jeho zbytečnému přetěžování.

Parametry zatížení lze sledovat za pomoci měření odpovídajících fyziologických funkcí, stanovení hladiny hormonů z krve nebo slin a sledováním vizuálních projevů chování psa. V případě potřeby porozumění fyziologickým reakcím a schopnosti psa odpovídat na zatížení se jeví jako velmi vhodné využití záznamu tepové frekvence. Z těchto hodnot lze vyčíst nejen fyzickou kondici zvířete, ale na základě naměřených hodnot vypočítat dobu nutnou k regeneraci organismu po zátěži. Stejně jako u lidských sportovců jsou reakce organismu jednotlivých sledovaných zvířat vysoce individuální. I přes tento fakt je možné určit hraniční hodnoty měřených parametrů a také střední hodnoty, které lze naměřit v jednotlivých částech výcvikových lekcí. Hraniční hodnoty stanovují maximální a minimální tepovou frekvenci při zatížení. Střední hodnoty tepové frekvence se odvíjí od trénovanosti psa, délky a intenzity aktivity, kterou pes vykonává. Obě výše zmíněné hodnoty slouží k posouzení aktuální kondice zvířete a intenzity zátížení organismu daného jedince. Kromě vysoké individuality jsou významným faktorem ovlivňujícím naměřené hodnoty také emocionální stimuly. Zvířata jsou všeobecně k některým stimulům výrazně vnímavější než lidé. Proto mohou reagovat i na stimuly, které jsou pro člověka zanedbatelné nebo úplně skryté. Pokud se od naměřených

dat odloučí výchyly způsobené emocemi, zdravotními problémy nebo špatně zvolenými nástroji pro měření, měly by zůstat hodnoty přesně ukazující reakci zvířete k dané fyzické aktivitě. Pokud jsou známy hodnoty odpovídající aktivitě organismu v zátěži, je možné porovnat je s hodnotami naměřenými v klidovém režimu psa při odpočinku nebo spánku. Porovnání těchto hodnot slouží k výpočtu a stanovení časového úseku nutného pro regeneraci organismu po zátěži.

2 Cíl práce

Cílem práce je shromáždit a zpracovat dostupné informace z odborné literatury týkající se měření tepové frekvence psa domácího (*Canis familiaris*) a využití systémů GPS v kynologické praxi. Provést pilotní měření a porovnat výsledky a poznatky s informacemi z odborné a vědecké literatury zabývající se touto problematikou.

3 Přehled literatury

3.1 Anatomie psa

Aby bylo možné měřit a vyhodnocovat zátěž, pro kterou je typické mimo jiné ovlivnění srdečního rytmu, je potřeba znát alespoň základy morfologie srdce, cév a dýchacího ústrojí. Orgány krevního oběhu a dýchacích cest jsou principiálně u všech druhů domácích savců podobné.

3.1.1 Srdce

Srdce je nejdůležitější orgán pro život organismu. Má kuželovitý tvar a je tvořeno převážně svalovinou - myokardem. Žádná člověkem vytvořená struktura není konstruována na tak dokonalé úrovni jako srdeční sval (Torrent-Guasp, 2005). Srdce je vřazeno do uzavřeného okruhu krevních cév a svou pulsací zajišťuje krevní oběh (Najbrt et al., 1982; Lahunta, 1986; Habel, 1978; Aspinall et Capello, 2009). Srdce, které je uloženo v levé části hrudního koše, je ústřední jednotkou pro celý systém krevního oběhu. U většiny domácích savců se nachází mezi třetím a šestým žebrem, u psa může dosahovat až na úroveň žebra sedmého. Srdce psa je oválného tvaru s výrazně tupým hrotem (Najbrt et al., 1982; Mullig et al., 2012.; Evans, 2003). Poměrná hmotnost srdce hospodářských zvířat je 0,5 % vůči celkové živé váze organismu. Poměrná hmotnost srdce psa je vyšší a tvoří asi 1 % z celkové tělesné hmotnosti (Najbrt et al., 1982; Ettinger, 1970). Srdce obsahuje čtyři dutiny: pravou a levou srdeční předsíň a pravou a levou komoru srdce. Srdce je obaleno osrdečníkem. Osrdečník je tvořen několika vrstvami, mezi nimiž je prostor vyplněný tekutinou. Vrstvou, která je těsně přiložena z vnější strany srdce je epikard. Epikard pokrývá nejen srdeční sval, ale i všechny cévy, které srdce obklopují. Epikard překrývá také vrstvu tuku, který je nedílnou součástí srdce. Tento funkcionální tuk organismus nespotřebovává ani v krajních případech hladovění (Najbrt et al., 1982). Při srdeční základně epikard přechází na perikard, který vytváří švy okolo velkých cév. Na přechodu těchto dvou útvarů listu osrdečníku přetrvává šikmý záhyb osrdečníku. Z vnější strany se na serózní osrdečník přikládá vlastní stěna osrdečníku tvořená silnými, navzájem překříženými kolagenními vlákny. Postupně se kolagenní struktura osrdečníku mění ve vazy, které u psa, na rozdíl od ostatních domácích savců, připojují osrdečník k bránici (König, 2002; Evans, 2003).

Srdce se obecně dělí na levou tepennou část a pravou žilnou část, které jsou od sebe odděleny přepážkou. Každá polovina srdce je dále tvořena jednou předsíní a jednou komorou. Při bázi srdce leží ouška předsíní, která objímají počáteční úsek aorty a plicního kmene. Do pravé předsíně vyústí rozšíření srdečních žil a obě duté žíly. Do levé předsíně je plicními žilami přiváděna okysličená krev z plic. Na pravou předsíň přes síňokomorový otvor s trojcípou chlopní navazuje komora, která je menší, poloměsíčitého tvaru a svou délkou nedosahuje až k srdečnímu hrotu. Z pravé komory vychází plicní kmen obsahující trojcípou chlopeň, kterým je odváděna krev do plic. Poslední ze čtyř částí srdce je levá komora. Oproti pravé komoře je větší a dosahuje až k srdečnímu hrotu. Její stěna je také výrazně silnější než stěna pravé komory. Levá komora komunikuje s předsíní síňokomorovou chlopní, která je v tomto místě dvojcípá. Z levé komory vystupuje aorta s dvojcípy chlopněmi, nad kterými se rozšiřuje do tří arteriálních sinusů, ze kterých vystupují koronární artérie (Blair, 1961; Habel, 1978; Lahunta, 1986; König, 2002; Aspinall et Capello, 2009; Done et al., 2009; Mülling et al., 2012).

V souvislosti s anatomií srdce je možné v literatuře zaznamenat termín atletické srdce. Tento termín se používá zejména u lidských sportovců pro popsání morfologických a funkčních změn srdce po namáhavém opakujícím se tréninku (Stepien, 1998).

Modifikované buňky myokardu tvoří další srdeční strukturu, kterou je převodný systém srdce. Tyto buňky mají méně vláken a větší množství vnitrobuněčné tekutiny a glykogenu. Převodný systém nejprve vytváří lokální rytmické vzruchy, které vznikají spontánně. Poté vzruchy přechází na zbytek srdeční svaloviny a jsou ukončeny ochabnutím myokardu. Převodný systém se skládá z předsíňových uzlíků, síňokomorových uzlíků, Hissova svazku a Purkyňových vláken. Vzruchy mohou vznikat v kterékoliv části převodného systému, ale nejdůležitější je předsíňový uzlík, který koordinuje srdeční činnost. Síňový uzlík je uložen ve stěně pravé předsíně pod vyústěním hlavové duté žíly (Habel, 1978; Lahunta, 1986; König, 2002; Aspinall et Capello, 2009; Done et al., 2009; Mülling et al., 2012). Pokusně lze ochlazením nebo ohřátím tohoto místa zpomalit nebo zrychlit srdeční činnost (Najbrt et al., 1982).

3.1.2 Cévní systém

Stavba cév je jednotná. Uvnitř cévy se nachází výstelka tvořená jednou vrstvou endoteliálních buněk, vazivem a membránou. Cévní výstelka slouží k výměně látek, reguluje rychlost toku

krve nebo mízy a umožňuje prostup krevních buněk do okolních tkání. Střední stěna cévy je tvořena elastickými vlákny a hladkosvalovými buňkami. Střední stěna je obalena vnější stěnou, která je tvořena řídkým vazivem. Vnější vrstva cévy je prostoupena nervovými pleteněmi. Krevní cévy tvoří uzavřený systém trubic. Cévy se rozvětvují od arterií přes arterioly a kapiláry a na zpětný tok krve se spojují do postkapilárních žilek a žil (Habel, 1978; Lahunta, 1986; Goody, 1997; König, 2002; Aspinall et Capello, 2009; Done et al., 2009; Mülling et al., 2012).

Největšími z cév jsou tepny, též známé jako artérie. Tyto cévy odvádí krev ze srdce do periférií těla. Největší tepnou v těle je aorta – srdečnice. Jedná se o druh elastické tepny, která je tvořena zejména elastickými vlákny, proto je velmi pružná. Aorta odvádí krev z levé srdeční komory a díky své pružnosti působí proti pravidelnému vypuzování krve srdcem touto komorou při systole a diastole. Při systole se aorta a přilehlé tepny roztahují, při diastole se naopak stahují a vzniklá energie ve stěně cévy je akumulována a předávána na krev. Tento proces má za následek takzvanou tepovou vlnu. Krev je pod tlakem vyháněna ze srdce a pulsuje v tepnách. Tyto tepové vlny lze na tepnách sledovat a kontrolovat pohmatem. Pevnost aorty demonstruje rychlost průtoku krve, kdy v aortě proudí krev rychlostí 320 ml/s. Tepny uložené dále od srdce mají svou stěnu tvořenou hladkosvalovými buňkami, jedná se tedy o tepny svalového typu. Tento druh tepen reguluje tok krve a krevní tlak pomocí změny průsvitnosti cév. Takto dochází k ovlivnění nejen krevního tlaku, ale také toku krve v perifériích těla. U arterií a venul není zřídka jevem tvorba anastomoz – tepenných propojení. U zvířat se tato propojení vyskytují v tlapách, uších a dalších tkáních. Anastomozy neboli zkratky mají tlusté, svalové stěny a jsou bohatě inervovány, pravděpodobně vazokonstrikčními nervovými vlákny (Ganong, 2005). Tato propojení vznikají větvením větších tepen, na které se napojují tepny menší. U koncových arterií jako jsou tepny srdce, obličej a mozku se anastomozy netvoří (Habel, 1978; Lahunta, 1986; Goody, 1997; König, 2002; Aspinall et Capello, 2009; Done et al., 2009; Mülling et al., 2012).

Cévy a celý cévní systém těla je rozdělen na dva základní krevní oběhy. Menším krevním oběhem je plicní oběh, větším pak tělní krevní oběh. Malý plicní oběh začíná v pravé srdeční komoře, odkud je krev odváděna arterií elastického typu – plicním kmenem. Ventrálně od hrtnu se plicní kmen rozděluje na levou a pravou větev. Každá z těchto větví plicního kmene se dále větví v plicích souběžně s průduškami až nakonec vytvoří jemnou kapilární síť kolem jednotlivých plicních sklípků. Pro odvod krve z plic slouží složitý žilný

system. Začíná u kapilár plicních sklípků, které se opět slučují do žilek a ty pak do větších žil. Na konci žilního systému malého krevního oběhu zůstává pouze několik velkých plicních žil, které do srdce vstupují v místě levé předsíně. Funkcí plicního oběhu krve je odvod odkysličené krve bohaté na oxid uhličitý z těla a srdce a přívod okysličené krve bohaté na molekuly kyslíku přes srdce do tělních periferií. Velký tělní oběh začíná v levé srdeční komoře. Aorta vystupuje ze srdce a tvoří oblouk aorty, ze kterého vystupují koronární artérie. Aorta prochází hrudní a břišní dutinou. Její ukončení se nachází na úrovni posledního bederního obratle. V tomto místě se aorta větví na další artérie. Velmi důležitou a nepostradatelnou složkou cévního systému jsou kapiláry, které zprostředkovávají výměnu látek mezi tkáněmi a krví. Pro správnou výměnu látek je důležité, aby krev neprotékala příliš vysokou rychlostí. Ve vlasečnicích je tok krve zpomalen na 0,3 ml/s, což způsobuje významný pokles krevního tlaku. Stěnu kapilár tvoří endoteliální buňky, které jsou na svém povrchu obaleny membránou. Kapiláry vytváří v organismu trojrozměrné sítě vznikající rozvětvením arteriol. Na přechodu arterií a vlasečnic se utváří prekapilární svěrače, které regulují tok krve do sítě vlasečnic. Vlasečnice se na konci sítě opět spojují do žilek. Kapiláry jsou přítomné ve všech částech těla, orgánech a tkáních kromě chrupavek, zubní skloviny, rohovky a oční čočky (Habel, 1978; Lahunta, 1986; König, 2002; Aspinall et Capello, 2009).

Cévní systémy odvádějící krev z periferií těla do srdce jsou v organismu zastoupeny žilami. V některých orgánech, jako jsou játra a hypofýza nemají žíly pouze funkci odvodnou, ale také zásobní, kdy zásobují vybrané orgány živinami. Žíly mají na konci kapilárních sítí sběrná místa. Zde se spojují do žilek, poté do větších žil až nakonec zůstávají pouze velké žíly vedoucí do srdce. Do levé srdeční předsíně ústí žíly malého plicního oběhu vedoucí okysličenou krev z plic. Vlastnosti krve rozváděné žilami se odvíjí podle místa, odkud byla krev do žil posbírána. Stavba žil je obdobná jako stavba arterií. Střední vrstva žilní stěny je oproti střední vrstvě stěny tepen podstatně menší a vnitřní stěna žil, na rozdíl od vnitřní stěny tepen vytváří chlopně orientované směrem k srdci. Jediné žíly, které tyto chlopně neobsahují, jsou v míšním kanálu a žíly lebeční dutiny (Habel, 1978; Lahunta, 1986; König, 2002; Aspinall et Capello, 2009; Done et al., 2009; Mülling et al., 2012). Krev v žilách díky nižšímu tlaku postupuje mnohem pomaleji než krev v tepnách. Pomalý pohyb krve je vyrovnáván rozšířením krevního řečiště, které je asi třikrát větší než řečiště souběžných odpovídajících tepen (Najbrt et al., 1982).

3.1.3 Dýchací ústrojí

Dýchací ústrojí je děleno na horní a dolní cesty dýchací. Horní cesty dýchací začínají nosem. Hrot nosu je u zvířat konturován a je u různých druhů rozdílně pojmenován. U nozder psa hovoříme o takzvaném zrcátku, které není pokryto chlupy a v přední části je rozděleno brázdičkou. Čenichové zrcátko psa je kontinuálně zvlhčováno především sekrety vedlejších nosních žláz. Zanedbatelné množství zvlhčujícího sekretu pochází přímo ze žlázek sliznice nosní dutiny. Tvar nozder je rozdílný a je určen zejména tvarem a uložením nosních chrupavek. Je žádoucí, aby plocha nosní sliznice byla co největší. Toto zajišťují nosní skořepy, které zvětšují nejen plochu sliznice uvnitř nosu, ale také plochu čichové sliznice. Z části jsou skořepy deriváty čichové kosti, většina skořep má jako svou hlavní stavební jednotku čichové skořepky. Mezi jednotlivými skořepami se nachází horní, střední a spodní nosní průchody. Součástí horních cest dýchacích jsou také vedlejší nosní dutiny. U psa se nachází vedlejší dutiny v kosti čelní, patrové, klínové a slzné (Habel, 1978; Lahunta, 1986; König, 2002; Aspinall et Capello, 2009; Done et al., 2009; Mülling et al., 2012).

Dolní cesty dýchací jsou složeny z několika funkčních útvarů. Trubicovitý symetrický orgán připojující průdušnici k nosohltanu se nazývá hrtan. Stěna hrtanu je tvořena chrupavkami. Uvnitř je hrtan tvořen dutinou, ve které mají své místo hlasivkové řasy. Na poslední chrupavky hrtanu zvolna navazuje průdušnice. Ta je tvořena chrupavčitými prstenci, které nejsou zcela uzavřené a jsou spojené vazy. Počet prstenců průdušnice psa se pohybuje v rozmezí 42 - 46, což je výrazně méně než počet prstenců hospodářských zvířat, která mají 46 - 64 prstenců (Najbrt et al., 1982). Průdušnice je vystlána souvislou vrstvou respiratorního epitelu. Třetím významným orgánem dolních cest dýchacích jsou plíce. Jedná se o párový orgán houbovitě struktury, který vyplňuje podstatnou část hrudní dutiny. Plíce se dělí na plicní laloky, kterými prochází průdušky. Ty se dále dělí na průdušinky zakončené plicními alveoly, základní funkční jednotku dýchacího systému (Habel, 1978; Lahunta, 1986; König, 2002; Aspinall et Capello, 2009; Done et al., 2009; Mülling et al., 2012)..

3.2 Fyziologie psa

Rozdíly ve fyziologických hodnotách u většiny savců vznikají nejčastěji na základě rozdílné velikosti těla jedinců. Hill (1950) uvádí myšlenku, že deset vteřin pro velké zvíře může být fyziologickým ekvivalentem jedné vteřiny pro zvíře malé. Z této informace vyplývá, že se jedinci liší pouze v životním tempu a nikoliv v absolutním počtu životních událostí

(Lindsted, 2002). Mezi základní měřené fyziologické hodnoty lze zařadit srdeční frekvenci, dechovou frekvenci a tělesnou teplotu. Všechny tyto ukazatele je možné měřit poměrně jednoduchými metodami a mají velkou vypovídací hodnotu o aktuálním stavu daného jedince.

3.2.1 Funkce srdce

V organismu živočichů srdce funguje jako čerpadlo. Pohyb krve v cévách zajišťuje srdce díky systolám a diastolám srdečního svalu. Při systole dochází nejprve ke kontrakci předsíní a poté ke kontrakci komor, která trvá asi dvakrát déle (Duran et al., 1977; König, 2002; Aspinall et Campello, 2009).

Spolu se systolami a diastolami je nutné zmínit objem krve, který je srdcem pumpován. Celkové množství krve, které je vypuzeno do artérií v průběhu jedné kontrakce se nazývá systolický objem. Například u psa o hmotnosti 20 kg je tento objem asi 11 ml za systolu. Každý den tak srdce uvede do pohybu přibližně 1,5 tuny krve (König, 2002). Svalovina srdce je při diastole ochabnutá před i v průběhu plnění krví (Ettinger, 1970; Reece, 2011).

Se srdcem a cévní soustavou souvisí také krevní tlak a možnosti jeho měření. Měření krevního tlaku lze provést na většině veterinárních klinik. Průměrná klidová hodnota krevního tlaku psa je 120 mm Hg systole a 70 mm Hg při diastole (Reece, 2011). Výsledky mohou být ovlivněny různými vnějšími (např. teplota prostředí, přítomnost stresových podnětů) i vnitřními faktory (např. nemoc, emoce). U člověka je prokázáno, že emoce a stres mohou hodnoty krevního tlaku zvýšit. Výzkum provedený na kočkách dokazuje, že i u těchto zvířat stres způsobený příchodem na veterinární kliniku zvyšuje hodnotu krevního tlaku. Méně prozkoumanou oblastí je vliv stresu a emocí na růst krevního tlaku u psů, avšak i u nich byla tato spojitost prokázána (Hoglund, 2012).

3.2.2 Srdeční frekvence

Srdeční frekvence se odvíjí od velikosti psa. Eldredge et al. (2000) uvádí tyto hodnoty:

Dospělý pes	Toy plemena	Novorozená štěňata	Dvoutýdenní štěňata
60-160 tepů/min	180 a více tepů/min	160-200 tepů/min	220 tepů/min

U srdeční frekvence dochází k častým výkyvům. Ať už jsou tyto stavy způsobené emocemi, fyzickou námahou nebo nemocí, dojde-li ke zvýšení tepové frekvence hovoří se o tachykardii. V důsledku spánku dochází naopak k bradykardii, při níž dochází k částečnému útlumu srdeční aktivity. Srdeční frekvence je velmi proměnlivá jak v průběhu dne, tak v průběhu celého života. U člověka je zrychlování a zpomalování srdeční frekvence v průběhu

dýchacího procesu fyziologickým jevem. Při nádechu se srdeční frekvence zrychluje, při výdechu naopak zpomaluje a tento jev je tím zřetelnější, čím je dech hlubší (Ettinger, 1970; Gordon et al., 1982; Ganong, 2005).

3.2.3 Elektrokardiogram

Elektrokardiogram, známý pod zkratkou EKG, je záznam změn v napětí srdečního svalu při srdečním cyklu. Záznam změn funguje u savců zejména proto, že jejich tělo je z velké části tvořeno tekutinami, které jsou vodivé. O organismu lze tedy říci, že se chová jako objemový vodič (Ganong, 2005). Elektrokardiogram se využívá pro sledování srdečního cyklu a umožňuje odhalit srdeční defekty a arytmie pomocí bipolárního nebo unipolárního snímání (Menegazzo, 2015). Tato snímání se liší počtem použitých elektrod. První zmíněná metoda využívá dvě aktivní elektrody oproti tomu unipolární snímání je představeno jednou indiferentní elektrodou na nulovém napětí. Pro záznam srdeční aktivity je třeba umístit elektrody na místa na těle do takzvaných standardních svodů. Tyto svody se nacházejí na pažích, respektive předních končetinách a levé dolní, respektive zadní končetině. Takové umístění elektrod tvoří trojúhelník v jehož středu se nachází srdeční sval. Propojením správně umístěných elektrod jednou společnou svorkou se získá indiferentní elektroda s nulovým napětím. Odchytky od nulové hladiny – izoelektrické linie jsou vytvářeny depolarizací objemového vodiče. Směrem k aktivní elektrodě vytváří pozitivní odchytku. Negativní odchytky je tvořena depolarizací vodiče ve směru od aktivní elektrody (Ganong, 2005). Odchytky od hladiny s nulovým potenciálem se měří v milivoltech (Reece, 2011). Wyatt et al. (1974) využil elektrokardiogram ve své studii na měření a zaznamenání změn srdeční frekvence psa při tréninku. Měření probíhalo u psa drženého v klidu, od probuzení v průběhu celého dne. Pes nebyl v anestezii, ale v průběhu měření musel ležet na pravém boku. Pro zamezení pohybu měl pes svázaný přední i zadní končetiny koženými řemínky. K zápisu elektrokardiografu v podmínkách běžného života se u lidí využívá Holterova monitoru. Záznam pořízený tímto přenosným zařízením se přehrává vysokou rychlostí, lze dosáhnout záznamu dlouhého časového úseku a z něj vyhodnotit funkčnost srdce a případné vady, šelesty či onemocnění myokardu (Ganong, 2005). Záznam EKG se standardně provádí u některých pracovně využívaných psů. Metoda by mohla být u psů využívána pro kontrolu v chovu, redukci a předcházení některým srdečním onemocněním (Menegazzo, 2015).

3.2.4 Tělesná teplota

Nejefektivnější cestou pro zjištění teploty psa je použití rektálního teploměru. Lze použít klasický rtuťový, ale pohodlnější a rychlejší je měření digitálním teploměrem. Eldredge et al. (2000) uvádí pro teplotu těla psa tyto hodnoty:

Průměrná teplota	Dospělý pes	Novorozená štěňata	Čtyřtýdenní štěňata
38,5 °C	37,7 – 39,2 °C	34,4 – 36,1 °C	37,3 °C

3.2.5 Dechová frekvence

Malí savci ve svém plicním systému spotřebují mnohem méně kyslíku než savci velcí. Plicní struktury malých savců jsou také menší než plicní struktury velkých savců, protože jsou schopné efektivněji využít jejich potenciál (Lindsted, 2002). Hodnoty dechové frekvence podle Eldredge et al jsou uvedeny v následující tabulce:

Průměrná hodnota	Dospělý pes (v klidu)	Novorozená štěňata
24 dechů	10 – 30 dechů	15 – 30 dechů

Dechová frekvence výrazně vzrůstá při nárůstu teploty okolí a při fyzické námaze (Eldredge et al, 2000).

Dýchání u živočichů není pouze systémem výměny plynů mezi buňkami a krví, ale také souborem oxidačních a chemických procesů, které jsou zprostředkovány kyslíkem uvnitř buněk. Vzduch je již při vstupu do dýchacích cest zvlhčován, očišťován od mechanických nečistot a v případě potřeby také ohříván. Dýchací cesty jsou vstupní branou vzduchu do organismu a odvádí jej až do plic. V plicích dochází k přestupu molekul kyslíku do krve a molekul oxidu uhličitého z krve do vydechaného vzduchu. V závislosti na plicní ventilaci lze dýchací systém rozdělit na část sloužící pouze k vedení vzduchu a na koncové části respiračního systému zprostředkovávající výměnu plynů. U živočichů včetně člověka neslouží dýchací ústrojí pouze pro výměnu plynů, ale významnou funkcí plní také čichový orgán nacházející se v nosní dutině (Sant' Ambrogio et al., 1978, König, 2005).

3.3 Historie monitorování intenzity zátěže

Hlavní složky kardiiovaskulární odpovědi na fyzickou zátěž u zdravých psů byly determinovány již v šedesátých letech minulého století. V té době proběhlo několik výzkumů

zaměřených na možnost monitorování tepové frekvence a zaznamenávání krevního tlaku u pracovně využívaných psů. Výsledky zahrnují zvýšení maximální potřeby kyslíku a srdeční výdej s minimálními nebo žádnými změnami při maximální srdeční frekvenci (Blomquist, 1973). Nejvýznamnějším a dobře prozkoumaným výsledkem při měření výkonu lidí i zvířat v náročném fyzickém tréninku je pokles srdeční frekvence ihned při zahájení odpočinku, kterému předcházelo dosažení maximálního stupně práce. Pokud je trénink složen pouze z práce o nízké intenzitě a předchozí fyzická aktivita jedince byla vyšší, nemusí dojít k žádné změně srdeční frekvence (Wyatt, 1974). Výsledky studií jsou mnohdy nejednoznačné a často ovlivněné nedokonalostmi technického vybavení. Největším nedostatkem ve výzkumech zůstává vynechání welfare testovaných psů a použití invazivních a bolestivých metod. Citters et Franklin (1969) popisují monitorování regionálního průtoku krve u aljašských saňových psů v průběhu závodů. Do arterií vybraných psů byly laparoskopicky implantovány Dopplerovy ultrazvukové průtokoměry a do aorty byl aplikován miniaturní tlakoměr. Dopplerův průtokoměr je modernější variantou měřicího přístroje určeného pro měření průtoku krve, je méně invazivní než klasická kanilace cévy. Dopplerův průtokoměr měří rychlost průtoku krve na základě Dopplerova efektu. Dopplerův efekt využívá ultrazvukové vlny, které jsou vysílány do cévy diagonálně z jednoho krystalu průtokoměru a vlny odražené z erytrocytů a leukocytů jsou vychytávány druhým krystalem umístěným ve směru proudění krve. Frekvence odražených vln je úměrná rychlosti průtoku krve směrem ke druhému krystalu (Ganong, 2005). Hodnoty byly v průběhu závodu zaznamenávány na dálku. Výhodou tohoto druhu měření je nepřetržitá možnost monitorování psa. Lze tak zaznamenat i hodnoty mimo závod. Citters et Franklin (1969) naměřili tyto hodnoty tepové frekvence:

Spánek	Běžný pohyb	Před startem	Po startu
40-60 tepů/minutu	80-100 tepů/minutu	150 tepů/minutu	300 tepů/minutu

Zvýšení tepové frekvence bezprostředně před startem by mohlo být známkou vzrušení jedince před závodem. Měřený krevní tlak se v klidovém stavu pohyboval na hodnotě 130/90 mm Hg. Po začátku zátěže se systolický tlak zvýšil až na 300 mm Hg. Průtok krve aortou se zvýšil až dvanáctkrát, koronární průtok se zvýšil šestkrát (Von Citters et al., 1969).

Brouha et al. (1936) ve své práci monitoruje zátěž psa při cvičení na běžeckém pásu:

Aktivita	Tepová frekvence (počet tepů/minuta)
Stání na páse	110
Upoutání pozornosti psa při čekání	100-140
Signalizace spuštění pásu	180-220
Lehké cvičení 25-180 minut	170-200
Průměrné cvičení – prvních 12 vteřin	240-260
Průměrné cvičení	220-240
Intenzivní cvičení – prvních 6 vteřin	240-260

Pokud pes zaznamenal jakýkoliv emocionální stimul, například zvláštní zvuk upozorňující na spuštění běžeckého pásu, srdeční frekvence vzrostla i když zvíře obvykle zůstalo nehybné. Při lehkém cvičení bylo srdeční zrychlení progresivní. Nebyla zaznamenána hodnota, která by dosahovala vyšší hladiny než maximální frekvence zaznamenaná po emocionálním stimulu. Náhlé zrychlení před začátkem cvičení bylo pravděpodobně způsobeno emocionálním vzrušením. V průběhu intenzivního cvičení došlo k výraznému zrychlení tepové frekvence v prvních šesti vteřinách. Poté rytmus mírně zrychloval po dobu jedné až dvou minut. Pokud pes nebyl dobře trénovaný nebo byla doba cvičení prodloužena, nebyl progresivní růst tak náhlý. Pokud pes byl dobře trénovaný, během 2 - 5 minut dosáhla frekvence stavu plató. Frekvence zůstala konstantní po dobu 25 až 60 minut v závislosti na intenzitě cvičení. Poté srdeční frekvence progresivně rostla až na maximální hodnotu 300 - 315 tepů za minutu. Stejný nárůst nastal dříve v situaci, kdy byl stupeň cvičení natolik obtížný, že pes nebyl schopen vydržet běžet déle než 25 minut. Za těchto okolností se i srdce dobře trénovaného psa zrychlovalo po celou dobu experimentu. Pokud byla rychlost běžeckého pásu pozměňována v průběhu experimentu, srdeční rytmus se přizpůsoboval změnám a byl paralelní s rychlostí pásu (Brouha et al., 1936).

Po ukončení cvičení se srdeční frekvence rychle mění. Po průměrném nebo intenzivním cvičení obvykle klesne najednou v prvních šesti vteřinách po zastavení. Po ukončení lehkého cvičení může nastat zvýšení srdeční frekvence. Při fyzicky málo náročném cvičení se srdeční frekvence stabilizuje na nízké úrovni, zastavení cvičení proto přináší nový zájem zvířete a s tím související zvýšení kardio stimulace. Srdeční zpomalení není vždy stejné při stejném stupni zátěže. Je zřejmé, že srdeční aktivitu během cvičení není možné vyhodnotit na základě měření proběhnuvším po cvičení. Dokonce i pokud je úspěšně proveden kardio záznam pár

sekund po ukončení cvičení, je již spuštěna změna srdeční frekvence a hodnoty mohou klesat až o 95 tepů za minutu v průběhu prvních šesti sekund po ukončení aktivity. Tento fakt vysvětluje, proč výsledky zapsané v experimentu Brouhy et al. (1936) jsou výrazně vyšší než výsledky jiných experimentů, kdy byl puls měřen až bezprostředně po cvičení (Brouha et al., 1936).

3.4 Současné možnosti monitorování zátěže

Adaptace organismu na změny prostředí jsou regulovány nervovou soustavou, která je strukturálně a funkčně umístěná na rozhraní vnějšího a vnitřního prostředí. Nervová soustava koordinuje tělesné funkce, zajišťuje stálost vnitřního prostředí, a také přispívá ke schopnosti organismu adaptovat se na změny vnějšího prostředí (Bojčić, 2012). Z hlediska správného zatížení organismu je velmi důležité stanovit krátkodobé řízení srdeční aktivity pomocí měření srdeční frekvence a krevního tlaku. O tuto problematiku začíná být velký zájem nejen u lidí, ale také u zvířat (Aubert, 2014). V současné době bylo provedeno několik studií zabývajících se možnostmi monitorování zátěže psa pomocí neinvazivních, moderních a lehkých přístrojů. Týmy zabývající se touto problematikou se snaží nejen změřit tepovou frekvenci, popřípadě krevní tlak psa během cvičení, ale také zaznamenat rychlost a polohu psa při práci a tyto parametry vzájemně porovnat. Většina měřících přístrojů byla vyvinuta pro lidské sportovce, poté byla aplikována na závodní koně a až v posledních letech se začaly přístroje uzpůsobovat pro potřeby psů. Doposud nebyl vyvinut plně funkční a specializovaný měřící přístroj, který by se dal využít pouze pro psy. Hampson et McGowan (2007) využili pro měření pozice, rychlosti, vzdálenosti a tepové frekvence honáckých psů v Austrálii GPSports systém SPI 10 Sports Performance Indikator, který současně využívá technologii GPS i měření tepové frekvence. I tento systém byl původně vytvořen pro lidské sportovce. Pro účely výzkumu na psech byl mechanismus upraven. Byla navýšena možnost snímání maximální tepové frekvence z 240 na 300 tepů za minutu a také byla prodloužena maximální doba záznamu ze čtyř na osm hodin. GPS systém zaznamenává hodnoty v intervalu jedné vteřiny, zatímco tepová frekvence je zaznamenávána kontinuálně. Z dostupných zařízení byl jako nejvhodnější přístroj pro měření tepové frekvence vybrán systém Polar Equine primárně určený pro měření tepové frekvence u koní. Pro správnou funkci přístroje bylo nezbytné vybrat správné místo na těle psa pro umístění snímačů. Psům byly elektrody umístěny k pravé lopatce a do levého podpaží zatímco vysílač byl připevněn k postroji na zádi psa.

Postroj současně nesl také vysílač GPS. Vybraný typ měřicího zařízení byl vhodně zvolen, přístroje fungovaly po celou dobu cvičení a záznam tepové frekvence byl přerušen pouze v případě, že se psi pohybovali delší dobu ve vodě. Po vystoupení z vody se však systém sám znovu aktivoval a měření probíhalo bez problému dál.

Popularizace psích sportů vede ke zvýšení počtu vědeckých prací řešících systémové změny, které se dějí v průběhu soutěží stejně tak jako čas, který je potřeba poskytnout psovi pro dosažení odpočinkových hodnot po cvičení. Vědomosti o těchto změnách jsou základem pro to, aby mohly být vypracovány specifické a individuální tréninkové protokoly pro časnou diagnózu nedostatečného výkonu. Tyto protokoly slouží mimo jiné k minimalizaci rizika vzniku patologických jevů způsobených cvičením jako jsou například dehydratace, úpal a elektrolytická disbalance. V tomto směru byly prováděny mnohé výzkumy, aby bylo možné posoudit modifikace související s výkonem závodních Greyhoundů, saňových psů, Labradorských retrievrů při aportování a u psů různých plemen v průběhu závodů agility (Rovira et al., 2008).

Fyziologické změny v tepové frekvenci, dechové frekvenci a rektální teplotě se objevují jako výsledky cvičení a závisí také na klimatických podmínkách. Srdeční frekvence je považována za ukazatel relativní kardiovaskulární zátěže, a proto je velmi užitečné monitorovat intenzitu tréninkových lekcí stejně jako detekovat subklinická onemocnění a bolest (Rovira et al., 2008). Podobně zvýšení dechové frekvence a rektální teploty je po zátěži fyziologické. Vysoké hodnoty dechové frekvence a rektální teploty mohou znamenat patologické stavy. Přehřátí vzniklé během trvalé svalové práce má nepříznivý vliv na metabolismus svalů, který je omezující pro jejich výkon. U psů závodících na krátkou i dlouhou trať byly popsány zvýšené ztráty sodíku oproti ztrátám molekul vody. Tento stav - symptomatická hyponatrémie u lidských sportovců vede k několika komplikacím od mírných příznaků, přes potíže s dýcháním, únavu až po závažnější symptomy zahrnující záchvaty, zástavu dechu, zvýšení vnitrolebečního tlaku, koma až smrt (Rovira et al., 2008).

Rovira (2008) ve své práci uvádí, že srdeční frekvence byla monitorována kontinuálně během cvičení za použití komerčního měřiče pro tepovou frekvenci Polar horse trainer. Využitý Polar horse trainer zaznamenává tepovou frekvenci v pětisekundových intervalech. Hodnoty srdeční frekvence zveřejněné ve studii jsou průměrnými hodnotami srdeční frekvence dosažené v průběhu celé cvičební lekce. Srdeční frekvence měřená a zaznamenávaná v této studii vykazovala značnou variabilitu. Hodnota srdeční frekvence v průběhu fyzické aktivity

vzrostla oproti hodnotám naměřeným v klidovém režimu psa. Do 15 vteřin po ukončení cvičení tepová frekvence poklesla. Střední hodnoty tepové frekvence zůstaly zvýšené v porovnání s hodnotami naměřenými na začátku cvičení a po jeho ukončení. Výzkum se zaměřil na fyziologické a laboratorní změny, které trénovaní psi prodělávají během cvičení při vyhledávacích a záchranných pracích. Pro posouzení intolerance sportovních psů ke cvičení a možnosti jejich vyčerpání přetížením, je třeba kontrolovat hodnoty každého druhu cvičení, protože odpovědi organismu na různý druh cvičení, jeho průběh a intenzitu jsou odlišné (Rovira et al, 2008). Každý jedinec při cvičení reaguje na podměty z vnějšího a vnitřního prostředí organismu, které aktivují nervovou soustavu. Tyto podměty mimo jiné ovlivňují také krevní tlak daného zvířete a velmi ztěžují interpretaci naměřených výsledků. Hoglund (2012) uvádí, že hladina krevního tlaku se výrazně zvyšuje, pokud je pes vyšetřován veterinárním lékařem bez přítomnosti svého majitele, stejně jako je zvýšena srdeční frekvence. Pokus také ukázal, že psi zvyklí na stresové situace podléhají změnám tělesných funkcí při stresových reakcích výrazně méně.

4 Materiál a metody

Pilotní měření proběhlo v Chovatelské stanici Policie České republiky v Domažlicích.

4.1 Charakteristika souboru

Pro testování funkčnosti vybraného měřicího zařízení Polar RS 800 a GPS obojku Garmin Astro 320 byla vybrána skupina fen plemene německý ovčák. Všechny feny ve skupině mají rovnocenný způsob ustájení, způsob a frekvenci krmení, tělesnou i psychickou zátěž.

Vybraná skupina byla sestavena z pěti zvířat ve věku od čtyř do šesti let aktivně využívaných v chovatelské praxi. Všechny feny jsou v dobrém zdravotním stavu a pod dohledem veterinárního lékaře. Zvířata jsou celoročně ustájena ve venkovních kotcích se zateplenými boudami. Ustájení ve venkovních prostorách má za následek větší hustotu srsti zvířat kvůli tepelné izolaci v zimním období roku. V rámci chovatelské praxe odpovídají všechny vybrané feny standardu plemene německý ovčák. Jejich kohoutková výška se pohybuje v rozmezí 55 - 60 cm, se silnou a pevnou kostrou obdélníkového rámce. Všechny feny jsou krátkosrsté.

4.2 Charakteristika použitých metod

Pro zjišťování tepové frekvence a následné možnosti vyhodnocení výsledků celkové zátěže organismu je nutné využít nejen systém zaznamenávající tepovou frekvenci, ale také zařízení zachycujícího pohyb psa. Pro měření a zaznamenávání tepové frekvence byl použit běžný sporttester Polar RS 800 využívaný u lidských sportovců. Polar zaznamenává tepovou frekvenci v intervalu 1 vteřiny. Kromě samotného měřicího zařízení sestávajícího z polohovatelného popruhu, zdroje a elektrod je nutné sesynchronizovat zařízení s digitálními hodinkami určenými pro tento účel. Pomocí hodinek je možné nepřetržitě sledovat funkčnost celého systému. Na hodinkách lze mimo jiné sledovat aktuální tepovou frekvenci. Pokud je tepová frekvence na displeji hodinek zobrazena, fungují hodinky správně. Pokud jsou na displeji hodinek zobrazeny nuly, sporttester nefunguje správně a tepová frekvence není snímána. Aby bylo možné kontrolovat funkčnost Polaru bez nutnosti fyzického kontaktu s testovaným zvířetem a zvířata byla co nejméně stresována vcházením některého z členů týmu do kotce, byly hodinky umístěny z vnější strany mříží kotce ve výšce přibližně 2 metrů. Umístění hodinek v blízkosti měřeného zvířete je nutné, protože dosah mezi Polarem a hodinkami je pouze několik metrů. Kontrola správnosti snímání tepové frekvence

na hodinkách probíhala každých 30 minut od začátku měření. Pro upevnění popruhu kolem hrudníku psa 5 cm za předními končetinami, byl využit speciálně navržený a na zakázku vyrobený postroj (viz. foto 1). Postroj je složen z několika od sebe oddělitelných elastických i pevných umělohmotných popruhů. Fenám byla vyholena část hrudníku v místě za přední končetinou po levé i pravé straně hrudního koše o velikosti 10 × 5 centimetrů. Postroj byl sestaven tak, aby zdroj Polaru spočíval přímo na středu hrudního koše psa v oblasti kosti hrudní a elektrody obepínaly levou i pravou stranu hrudníku. Pro správnou funkci systému Polar je nezbytné využití zvlhčujících přípravků, které se pro lepší vodivost nanáší na elektrody měřiče a povrch těla psa pod elektrodami. Gel zvyšuje vodivost mezi elektrodami a povrchem těla zvířete. Gel se aplikuje na elektrody i do srsti psa při nasazování postroje. V závislosti na počasí bylo nutné vrstvu gelu obnovovat v intervalu dvou až čtyř hodin.

Druhým použitým zařízením byla GPS vysílačka s obojkem Garmin Astro 320 vyrobeným pro kynologické účely. Obojek Garmin zachycuje v pětivteřinových intervalech nejen aktuální polohu psa, ale vytváří také záznamy trasy na mapě, udává nadmořskou výšku, v jaké se jedinec s obojkem nachází a rychlost s jakou se pohybuje.



Obrázek 1: Záznam trasy (červeně) systémem GPS

Oproti hodinkám sporttesteru má vysílačka náležící k GPS obojku Garmin dosah desítky až stovky metrů. Vysílačku měl u sebe vždy jeden člen z týmu a nebylo nutné nechávat ji poblíž kotce testované feny.

Po dobu měření bylo pozorováno a vyhodnocováno chování psa v kotci. Pro vizuální záznamy bylo použito venkovního přenosného kamerového systému, který byl nainstalován vždy dle potřeb pozorování. Videozáznam i veškerá měření byla prováděna po dobu pěti dnů vždy v pracovní době Chovatelské stanice Policie České republiky v Domažlicích od 9 hodin ráno do 15.30 hodin odpoledne.

První den měření byla dvěma vybraným fenám vyholena srst v oblasti hrudníku. Tento postup byl zvolen pro lepší přilnutí elektrod sporttesteru ke kůži testovaných zvířat. Souvislost mezi lepším snímáním tepové frekvence v místech s vyholenou srstí se nepotvrdila. Z toho důvodu nebylo při dalším měření přistoupeno k vyholení srsti u zbylých fen zapojených do měření.

V průběhu měření nebyly feny vystaveny žádným novým situacím. Denní režim fen byl zachován. Jedinou výjimkou oproti klasickému režimu fen byla návštěva veterinární ordinace v odpoledních hodinách. V průběhu dopoledne byly feny postupně brány na procházku nebo na prostor cvičiště, kde probíhal nácvik obranářských prací a aportování. Poté byly feny umístěny v kotci a brány na 10 minut do ordinace veterinárního lékaře. Krmení fen probíhá v 15 hodin. Po krmení byly fenám sundány postroje s měřiči Polar i systém GPS. Souběžně byl vypnut videozáznam.

4.3 Způsob zpracování výsledků

Sportteter Polar RS 800 obsahuje software, kterým lze přístroj spárovat s počítačem. Software umožňuje označení a popis výsledků měření pro každého psa zvlášť. Výsledky jsou zobrazeny v grafech s časovou osou. GPS systém Garmin Astro 320 lze také propojit s počítačem. Výsledky se zobrazují pomocí barevných tras na mapě. Některé z výsledných grafů a záznamů tras jsou zobrazeny v následující kapitole. Pro možnost porovnání výsledků z Polaru i GPS byly vedeny záznamy o časovém rozvržení probíhajících aktivit. Podle časových záznamů je možné přiřadit jednotlivé trasy zaznamenané systémem GPS k odpovídajícím grafům tepové frekvence zaznamenaným Polarem. Videozáznam slouží pro možnost kontroly aktivity fen v koticích.

5 Výsledky

Z provedených pilotních měření vyplývá, že tepovou frekvenci psa lze měřit navrženou metodou pomocí systému Polar RS 800. Zařízení má nedostatky související s primárním využitím měřicích zařízení u lidských sportovců. Funkčnost Polaru je dána nejen nutností co nejúžšího kontaktu elektrod s povrchem těla jedince (psa), ale také tvarem hrudního koše psa a hustotou osrstění. Námi zvolený způsob měření se ukázal jako vhodný pouze pro měření tepové frekvence psa při volném pohybu v terénu. V takové situaci je nutné, aby byl Polar zajištěn v postroji a nedocházelo k jeho samovolnému pohybu na hrudníku psa. Při měření ve vnitřních prostorách kotce se tento způsob uchycení Polaru ukázal jako neúčinný. Pokud je zdroj umístěn v oblasti hrudní kosti, dochází k odtažení elektrod od hrudníku a tím k zastavení zaznamenávání tepové frekvence pokud pes sedí nebo leží.



Obrázek 2: Záznam tepové frekvence (tenká čára) a nadmořské výšky (tlustá čára).

Výpadky při kontinuálním měření byly nejprve připisovány nedostatečnému vyholení husté srsti fen. Vzhledem k nutnosti ověření schopnosti měření při minimální úpravě vzhledu psa vyholením srsti na hrudníku bylo nutné zvážit další možné pochybení při aplikaci měřicího zařízení. Při druhém měření bylo zachováno uchycení Polaru v postroji, ale Polar byl otočen o 90°, čímž bylo docíleno přesunutí zdroje ze středu hrudníku na jeho boční stranu

a pro měření tepové frekvence byla využita pouze jedna z elektrod. Tato změna zvýšila dobu, po kterou probíhalo kontinuální zaznamenávání tepové frekvence. Přesto docházelo k výpadkům při měření. Při třetím pokusu byl Polar umístěn na tělo feny bez uchycení do postroje. Aby se eliminovala možnost výpadků záznamu byl Polar otočen o 90° tak, aby opět zdroj nebyl na středu hrudníku. Záznam probíhal za využití pouze jedné z elektrod. Takto umístěný Polar se ukázal jako nejefektivnějším řešením pro měření v uzavřeném prostoru kotce s možností omezeného pohybu pouze na několika metrech čtverečních.

Po sérii měření bylo upuštěno od vyholování hrudníku fen. To se nejprvejevilo jako jediná možná varianta pro správné přilehnutí elektrod na kůži. Při otočení Polaru a umístění elektrody na střed hrudníku do pruhu rozhrnuté srsti zůstala měřicí schopnost přístroje, i bez nutnosti vyholení srsti, zachována. Po dobu všech měření byl pro lepší vodivost používán zvlhčující gel. Gel se aplikoval na elektrodu Polaru, do srsti a na kůži psa v místě přilehnutí elektrod.

V souvislosti s provlhčováním kůže a srsti v místě elektrody vyplynuly na povrch také problémy způsobené klimatickými podmínkami. Jako nejvhodnější prostředí pro měření tepové frekvence lze brát ovzduší s vyšší relativní vlhkostí a nižší teplotou okolního vzduchu. Při suchém a teplém počasí dochází k rychlejšímu vysychání zvlhčujícího gelu, a tím vznikají také častější výpadky při měření a záznamu tepové frekvence. Velké pozitivum Polaru je možnost zaznamenávat tepovou frekvenci v intervalu jedné vteřiny. Takový záznam je kontinuální, dynamický a lépe vystihuje aktuální stav zvířete. Vteřinový záznam je nezbytný například při záznamu tepové frekvence při aportování nebo nácvičku obranářských prací kdy pes nárazově podává velký výkon. Je nutné brát v potaz zvýšení hodnot tepové frekvence v důsledku emocionálního stimulu.

Vybavení GPS fungovalo, dle předpokladu, spolehlivě. Záznam měl pouze dvě nevýhody. První z nevýhod bylo překrývání zaznamenaných tras na mapě a následně poměrně obtížné dekódování záznamu. Druhým nedostatkem měřicího systému Garmin je pro tyto účely interval záznamu, který probíhá po pěti vteřinách. Záznam v pětivteřinovém intervalu není překážkou při záznamu pohybu psa v terénu, je však nevhodný pro měření pohybové aktivity psa v kotci. I když se pes v kotci pohybuje, výsledný záznam ukazuje, že je pes nehybný. Toto je způsobeno záznamem polohy vždy ve chvíli, kdy pes oběhne obvod kotce a vrátí se do výchozí pozice.

6 Diskuze

Většina studií a publikací zabývajících se problematikou tepové frekvence psa byly provedeny ve vztahu ke stresu, jeho zvládnání, intenzitě a odpovědi organismu. Z těchto publikací vyplývá, že stres lze sledovat v záznamech tepové frekvence. Krátkodobý stres je v omezené míře pro organismus prospěšný a udržuje jej v jistém napětí. To udržuje kondici a psychické zdraví jedince. Dlouhodobý stres je naopak velmi škodlivý a může vést k závažným onemocněním a zdravotním poruchám. Tato práce je zaměřena na sledování tepové frekvence ve zcela jiných souvislostech. Walter (2010) ve své studii zaměřené na stres využil pro měření tepové frekvence sporttester vyvinutý pro měření tepové frekvence koní (Polar Horse protrainer). Tento typ sporttesteru zaznamenává tepovou frekvenci v intervalu pěti vteřin. To je na základě dohledaných informací nevhodné a tento interval záznamu je příliš velký. Studie Brouhy et al. (1936) totiž uvádí, že tepová frekvence se mění zejména bezprostředně po zahájení cvičení nebo ihned po jeho ukončení. Z toho důvodu je potřeba využít zařízení s co možná nejkratším možným intervalem záznamu, aby nedocházelo ke zkreslení výsledků a nepřesnostem. Námi vybraný Polar RS 800 zaznamenává tepovou frekvenci po vteřinách. Tento interval je pro zachycení změn před, v průběhu a po cvičení dostačující. Žádná ze studií také neuvádí, zda je nutné upravovat srst psa před nasazením měřícího zařízení a zda je potřeba zvýšit vodivost mezi kůží a elektrodami pomocí gelu. Při námi provedených měřeních se ukázala úprava srsti nutná pouze u velmi hustě osrstěných jedinců. Použití zvlhčujících přípravků bylo nutné u všech fen zapojených do měření. Studie tepové frekvence záchranářských psů v tréninku Roviry et al. (2008) nevyužila pro celistvost pokusu zařízení pro sledování psa v terénu. Tento faktor je však pro sledování a správné vyhodnocení záznamů nezbytný. Jiné hodnoty totiž mohou být zaznamenány při pohybu psa v klidné chůzi a u psa v klusu, i když vykonávají psychicky stejně obtížnou práci. Hampson et McGowan (2007) využili dokonce zařízení slučující měření tepové frekvence i záznamy GPS - GPSports SPI 10 Sports Performance Indicator. Toto zařízení bylo primárně vyvinuto pro humánní sportovce. Jeho využití u psů je ověřeno a výsledky ukazují vysokou úspěšnost. Tento druh sporttesteru prokazoval výpadky v měření pouze v situacích, kdy se pes zdržoval delší dobu ve vodě. Testování funkčnosti Polaru RS 800 při pohybu ve vodě nebylo součástí pilotního měření této práce.

7 Závěr

Při studiu informací potřebných pro tuto práci vše nasvědčovalo tomu, že zvolenou problematikou se zabývá pouze velmi malé množství vědeckých týmů a odborníků. Bylo pro mě velkým překvapením, když se mezi nalezenou literaturou objevily studie uskutečněné již v roce 1936. Výsledky raných studií však ve většině případů vznikly pro porovnání psů, kterým byly chirurgicky upraveny části nervové soustavy nebo srdce, se psy bez těchto úprav. Pozornost odborníků se začala směřovat také k možnostem měření výkonnosti psů. Pro tento účel bylo nejjednodušší vybrat psy, na které je kladena vysoká fyzická i psychická zátěž. Tato kritéria nejlépe splňují saňoví psi aktivně využívaní v tahu. Měření provedená v polovině minulého století přinesla zajímavé výsledky objasňující změny tepové frekvence psa při náročné práci. V současné době však dochází k poměrně značné kritice těchto studií v důsledku nehumánního zacházení se zvířaty, která se měření účastnila. Byly užívány invazivní metody implementace měřicích zařízení. Aplikace přístrojů a jejich umístění v těle psa byly většinou velmi bolestivé. Vzhledem k velkému zájmu o dodržování welfare zvířat se zájem vědeckých skupin zaměřil na využití neinvazivních a bezbolestných metod měření zátěže u psa domácího (*Canis familiaris*). K tomu velmi významně přispěl rozvoj a zdokonalování měřicích přístrojů pro lidské sportovce a následně i pro dostihové koně. V současné době podle dostupné literatury zatím neexistuje specializovaný měřicí systém pouze pro psy. V tomto směru je rozvinuto pouze využití systému GPS. Byl navržen a sestaven systém pro psy, který se testuje i na území České republiky kde je úspěšně využíván u psů Horské služby. Využití humánních sporttesterů pro měření tepové frekvence psů je možné. Jeho využití je však omezené a v některých situacích systém nepracuje správně. Hlavním problémem je špatná vodivost mezi elektrodami a kůží psa, která musí být důkladně provlhčena. Při nepříznivých podmínkách však dochází k velmi rychlému vysychání zvlhčujícího prostředku a následným výpadkům při snímání tepové frekvence. Pro efektivnější měření by bylo lepší sestavit měřicí přístroj s kolíkovými elektrodami, které by přes srst lépe prostoupily ke kůži psa. Pilotní měření potvrdilo, že měření tepové frekvence by mělo být vždy doprovázeno záznamem pohybu psa pomocí systému GPS. Hodnoty tepové frekvence lze porovnat s profilem terénu a rychlostí pohybu psa, což vede k přesnému definování změn tepové frekvence v souvislosti s fyzickou zátěží.

8 Seznam použité literatury

Aspinall, V., Cappello, M. 2009. Introduction to veterinary anatomy and physiology. Second edition. Butterworth-Heinemann. 252 s. ISBN: 9780702048593.

Aubert, A. E., Vandeput, S., Beckers, F., Liu, J., Verheyden, B., Van Huffel, S. 2009. Complexity of cardiovascular regulation in small animals. Philosophical transactions of the royal society A. 367. 1239-1250.

Blair, E. 1961. Anatomy of the Ventricular Coronary Arteries in the Dogs. Circulation Research. 9. 333-341.

Blomquist, C. G. 1983. Cardiovascular adaptations to physical training. Annual Reviews Physiology. 45. 169-189.

Bojić, T., Radak, D., Putniković, B., Alavantić, D., Isenović, E. A. 2012. Methodology of monitoring cardiovascular regulation. Vojnosanitetski preglod. 69 (12). 1084-1090.

Brouha, L., Cannon, W. B., Dill, D. B. 1936. The heart rate of the sympathectomized dog in rest and exercise. The Journal of Physiology. 345-359.

Done, S. H., Goody, P. C., Evans, S. A., Stickland, N. C. 2009. Color Atlas of Veterinary Anatomy – The Dog and Cat. Second Edition. Mosby. ISBN: 9780723434153.

Duran, W. N., Marsciano, T. H., Anderson, R. W. 1977. Capillary reserve in isometrically contracting dog hearts. Americal Journal of Physiology. 233 (6). H726.

Eldredge, D. M., Carlson, L. D., Carlson, D. G., Giffin, J. M. 2007. Dog owner's home veterinary handbook. Howell Book House. Wiley Publishing Incorporated. 624 s. ISBN: 9780470067857.

- Ettinger, S. J., Suter, P. F. 1970. Canine cardiology. Saunders. Philadelphia. ISBN: 0721634370.
- Evans, H. E., Lahunta, A. de. 2003. Miller's anatomy of the dog. Saunders. ISBN: 978143770827.
- Ganong, W. F. 2005. Přehled lékařské fyziologie. Galén. Praha. 890 s. ISBN: 108072623117.
- Goody, P. C. 1997. Dog anatomy: a pictorial approach to canine structure. 128 s. ISBN: 0851316360.
- Gordon, M. S., Bartholomew, G. A., Grinnell, A. D., Jorgensen, C. B., White, F. N. 1982. Animal physiology: principles and adaptations. Collier-Macmillan. 699 s. ISBN: 0023453206.
- Habel, R. E. 1978. Applied veterinary anatomy. 312 s. ISBN: 0960044426.
- Hampson, B. A., McGowan, C. M. 2007. Physiological responses of the Australian Cattle dog to mustering exercise. *Equine and Comparative Exercise Physiology*. 4 (1). 37-41.
- Höglund, K., Hanås, S., Carnabuci, C., Ljungvall, I., Tidholm, A., Häggström, J. 2012. Blood Pressure, Heart Rate, and Urinary Catecholamines in Healthy Dogs Subjected to Different Clinical Settings. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 26. 1300-1308.
- König, H. E., Liebich H. G. 2002. Anatomie domácich cicavcov 2. Hájek&Hájková. Bratislava. 415 s. ISBN: 8088700574.
- Kurachi, Y., Terzic, A., Cohen, M. V. 2000. Academy Press. 1261 s. ISBN 0-89838-615-2.
- Lahunta, A. de, Habel, R. E. 1986. Applied veterinary anatomy. Saunders. ISBN: 0721614310.
- Lindstedt, S. L., Schaeffer, P. J. 2002. Use of allometry in predicting anatomical and physiological parameters of mammals. *Laboratory Animals*. 36. 1-19.

Menegazzo, L., Bussadori, C., Chiavegato, D., Quintavalla, C., Bonfatti, V., Guglielmini, C., Sturaro, E., Gallo, L., Carnier, P. 2015. The relevance of echocardiography heart measures for breeding against the risk of subaortic and pulmonic stenosis in Boxer dogs. *American Society of Animal Science*. 90. 419-428.

Mülling, S., Pfarrer, C., Kölle, S., Budras, K. D. 2012. *Atlas of the anatomy of the dog*. 292 s. ISBN: 9783899930795.

Najbrt, R., Bednář, K., Červený, Č., Kaman, J., Mikyska, E., Štarha, O. 1982. *Veterinární anatomie 2*. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 596 s. ISBN: 0700682.

Reece, W. O. 2011. *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat*. Grada Publishing a.s., Praha. 480 s. ISBN: 9788024732824.

Saint'Ambrogio, G., Remmers, J. E., Groot, W. J. de, Callas, G. 1978. Localization of rapidly adapting receptors in the trachea and main stem bronchus of dog. *Respiratory Physiology*. 33 (3). 359-366.

Stepien, R. L., Hinchcliff, K. W., Constable, P. B., Olson, J. 1998. Effect of endurance training on cardiac morphology in Alaskan sled dogs. *Journal of Applied Physiology*. 85. 1368-1375.

Torrent-Guasp, F., Kocica, M. J., Corno, A. F., Komeda, M., Carreras-Costa, F., Flotats, A., Cosin-Aguillar, J., Wen, H. 2005. Towards new understanding of the heart structure and function. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery*. 27. 191-201.

Van Citters, L., Franklin, D. L. 1969. Cardiovascular Performance of Alaska Sled Dogs during Exercise. *Circulation Research*. 24. 33-42.

Wyatt, H. L., Mitchell, H. J. 1974. Influences of Physical training on the heart of dogs. *Circulation Research*. 35. 883-889.

9 Seznam použitých pojmů

Arteriola – tepénka. Je pokračováním velké tepny a větví se na kapiláry. Svým zužováním nebo rozšiřováním reguluje krevní tlak.

Endoteliální buňky – buňky nepravidelného podlouhlého tvaru. Vytváří vnitřní výstelku např. cév takzvaný endotel.

Hissův svazek - vychází ze síňokomorového uzlu a v mezikomorové přepážce se dělí na levé a pravé raménko, které dále míří k myokardu komor, kde se dále větví.

Purkyňova vlákna - jsou to vodivá vlákna rozprostřená ve stěně levé a pravé komory a zajišťují několikanásobně rychlejší přenos vzruchů než klasická srdeční svalová vlákna

Venuly - žilka navazující na kapiláru.

10 Samostatné přílohy



foto 1 - fena s GPS obojkem a v postroji s Polarem (Kotábová, 2014)