

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra obecné zootechniky a etologie



**Intenzita tělesného zatížení psa domácího při vybraných
činnostech ve sportovní kynologii**

Bakalářská práce

Autor práce: Michaela Kotábová

Vedoucí práce: Ing. Ivona Svobodová, PhD.

© 2015 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Intenzita tělesného zatížení psa domácího při vybraných činnostech ve sportovní kynologii" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové 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 diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 17.4.2015

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala paní **Ing. Ivoně Svobodové, Ph.D.** za přidělení tématu bakalářské práce, domluvu měření a sběru dat v chovatelské stanici Policie ČR, poskytnutí vybavení k měření.

Velké poděkování patří **Ing. Adéle Palacké** za pomoc s formální stránkou práce, za pomoc při zajišťování měření a sběru dat a také za trpělivost a pevnou morální podporu.

Další díky také patří **Aleši Rydvalovi** za návrh a zpracování postrojů pro psy s uchyceným Polarem®, díky kterým bylo možné měření provádět a **Mgr. Václavu Bittnerovi** za řízení projektu, vytvoření metodiky studie a zpracování naměřených dat.

A v neposlední řadě děkuji pracovníkům Chovatelské stanice Policie České republiky v Domažlicích za umožnění sběru dat a pomoc při manipulaci se psy.

Poslední díky patří mé rodině za trpělivost, zájem a podporu během studia a psaní práce.

Intenzita tělesného zatížení psa domácího při vybraných činnostech ve sportovní kynologii

Souhrn

Úkolem práce je dohledat a zpracovat dostupné informace z odborné literatury týkající se psa domácího, jeho využití ve sportovní kynologii a hlavně možnostech a způsobech měření jeho tělesného zatížení. V rámci stanoveného cíle bylo hlavním úkolem zjistit možnosti monitorování srdeční frekvence a pohybu psa domácího na tomto základu zrealizovat případovou studii, která bude sloužit k ověření monitorování zatížení psa domácího při voluntárních aktivitách, kondičním tréninku případně při závodech ve sportovní kynologii. Pilotní měření probíhalo v chovatelské stanici Policie České republiky v Domažlicích. Zde bylo náhodně vybráno 5 fen plemene německý ovčák. Všechny feny jsou ustájené ve stejných podmínkách, jejich denní režim je identický a jejich zdravotní stav dobrý. Měření probíhalo 5 dní po dobu 6 hodin/den. Sběr dat byl realizován za použití postroje složeného z hrudního pásu s elektrodami, sporttesteru Polar RS800, vodivého gelu a GPS Garmin Astro 320. Mapování pohybu psa za pomoci GPS Garmin Astro 320 s obojkem DC50 probíhalo od počátku bez komplikací a dle očekávání spolehlivě. U přístroje Polar RS800 byly během pilotní studie zaznamenány tyto nedostatky: problém s odběrem dat v závislosti na hustotě osrstění, díky rozdílné stavbě hrudního koše psa oproti člověku výskyt problému s upevněním postroje s hrudním pásem, problematika související se změnou klimatických podmínek a nutností častější kontroly zařízení, aplikace gelu. Tyto komplikace byly během pilotní studie eliminovány a následně bylo možné pokračovat ve výzkumu a zaměřit se na odběr dat u psů, kteří byli vystaveni různému typu zátěžových situací. Systém GPS, fungoval po celou dobu měření během zátěžových situací opět bez komplikací a větší nutnosti kontroly zařízení. Však u přístroje Polar RS800 i přes poupravení postroje s měřícím zařízením, nebylo možné během zátěžových situací pořídit kontinuální záznam srdeční frekvence psa. Opět se objevily komplikace s výpadky signálu, kdy pro správný sběr dat by byla nutná častá kontrola postroje psa, což by ovšem negativně ovlivnilo sportovní výkony. Závěrem lze tedy říci, že systému GPS lze tedy využít pro objektivní posouzení a zhodnocení výkonu i zátěže psa v závislosti na zmapované trase, kterou jedinec absolvoval. Naopak přístroj Polar RS800 bude nutné nahradit odlišnými technologiemi, jako vhodný se jeví např. obojek Voyce vynalezený v USA.

Klíčová slova: Variabilita srdeční frekvence, pes domácí, metody měření, analýza HRV, Polar RS800, GPS

The intensity of physical load of the domestic dog in selected activities in the sport cynology

Summary

The task of this work is to trace all the available information from the literature related to the dog, its use in sports kynology and the main options of measurement of its physical load. The main task within the objective was to determine the possibility of monitoring heart rate and movement of the dog. Based on this foundation the paper was to implement a case study that will be used to verify monitoring dog during voluntary activities, fitness training or during competitions in sport kynology. Pilot measurements were carried out in the kennel of the Police of the Czech Republic in Domažlice. There were randomly selected 5 females of the breed German shepherd. All females are housed in the same conditions, their daily routine is identical and their health good. Measurement was done for 5 days approximately 6 hours/day. The data were collected using a harness consisting of a chest strap with electrodes sporttester Polar RS800, conductive gel and Garmin Astro 320 GPS. Mapping the dog's movement while using GPS Garmin Astro 320 veiled DC50, went from the beginning without any complications and the final data was expected to be reliable. While using Polar RS800 there were the following shortcomings: the problem with the collection of data depending on the density of hair; thanks to the different construction ribcage of dog versus human there was a problem with mounting harness with chest belt; issues related to the change in climatic conditions and the need for more frequent inspections of establishments; gel application. These complications were eliminated during the pilot study and afterwards it was ok to continue the research and to focus on the collection of data of those dogs who were exposed to various types of stressful situations. GPS system was functioning during the whole measurement during stressful situations again without complications and the need for greater control device. However, with the Polar RS 800 despite doctored harness of the measuring device, it was not possible to take the continuous recording of the heart rate of the dog. Again, there were complications with the signal losses at the moment when the correct data collection would mean having to check the dog harnesses, however such frequent controlling would negatively affect the dog's sports performance. In conclusion, the GPS system can then be used for objective assessment and evaluation of performance and load the dog, depending on the route mapped out by the individual. Conversely Polar RS800 will need to replace with different technologies, such might for instance be the Voyce collar invented in the USA.

Keywords: Heart rate variability, a domestic dog, measurement methods, analysis of HRV, Polar RS800, GPS

Obsah

1 Úvod	1
1.1 Cíl práce.....	1
2 Literární rešerše.....	2
2.1 Pes domácí a jeho využití ke sportovním účelům.....	2
2.2 Vybrané poznatky z fyziologie a anatomie psa domácího v kontextu pohybového zatížení.....	4
2.2.1 Kardiovaskulární systém psa domácího	4
2.2.1.1 Srdeční frekvence.....	6
2.2.1.2 Variabilita srdeční frekvence	8
2.2.2 Dýchací systém psa domácího	11
2.2.3 Pohybová soustava	12
2.2.4 Pohybové zatížení psa domácího při vybraných sportovních aktivitách ..	13
3 Materiál a Metody	16
3.1 Monitorování srdeční frekvence psa domácího.....	16
3.2 Monitorování pohybu psa za pomoci systému GPS.....	17
3.3 Metodika sběru dat	18
4 Výsledky	20
5 Diskuze	27
6 Závěr	28
7 Citovaná literatura	29
8 Slovník pojmů	34
9 Přílohy.....	35

1 Úvod

V rámci veterinární medicíny se při hodnocení fyzické zátěže a účinků rehabilitace psů, naskýtá možnost využití potenciálu, který představuje měření srdeční frekvence, jako fyziologického ukazatele intenzity tělesného zatížení jedince. Srdeční frekvence je udávána počtem tepů za minutu (Beats per minute – BPM), její analýza a monitorování může být užitečné při běžné denní aktivitě i při regulaci zátěže během cvičení.

Ve vědecké a odborné literatuře lze nalézt velké množství studií zabývajících se fyziologickými ukazateli reakcí organismu zvířat na stres nebo fyzickou aktivitu. V současné době mnoho vědců volí pro měření srdeční frekvence užívání zařízení, jako je lidský sporttester značky Polar místo tradičního využití elektrokardiogramů (EKG). Využití tohoto přístroje je neinvazivní, neobsahuje žádné připevňování svorek na tělo psa. Nasazený přístroj snáší psi dobře neb jsou zvyklí nosit pracovní postroje upínající se na stejném místě.

1.1 Cíl práce

Hlavním cílem práce je zjistit možnosti monitorování tělesného zatížení psa domácího při vybraných činnostech ve sportovní kynologii.

V souvislosti s hlavním cílem byly stanoveny následující dílčí úkoly:

- 1) Zorientovat se v problematice monitorování srdeční frekvence psa domácího.
- 2) Zorientovat se v problematice monitorování pohybu psa domácího pomocí systému GPS.
- 3) Zrealizovat případovou studii určenou k ověření monitorování intenzity tělesného zatížení psa domácího při voluntárních aktivitách, kondičním tréninku případně při závodech ve sportovní kynologii.
- 4) Vyvodit závěry pro výzkumnou praxi.

2 Literární rešerše

2.1 Pes domácí a jeho využití ke sportovním účelům

Od pradávna je pes využíván jako pomocník člověka, je ceněný zejména pro svůj vynikající čich a lovecké schopnosti, které člověk využívá během lovu, dále pak ostrost, která je využívána pro hlídání obydlí a objektů. Rychlost, vytrvalost a odolnost tyto jedince předurčily, pro využití v tahu v místech, kde není možno chovat a využívat jiné druhy zvířat. V dnešní době psi nabývají na významu, nacházejí nová uplatnění v nových sférách, např. v ozbrojených složkách, záchranářských složkách, aj.

V dnešní době přichází do módy aktivní využití volného času a i zde se najde místo pro využití psa, coby součásti týmu v různých sportech. Lidé měli vždy potřebu srovnávat své výkony a dovednosti a není tomu jinak i v oblasti využití psů, proto vzniklo mnoho psích sportů. U některých psích sportů docházelo a dochází ke šlechtění specializovaných psích plemen, v jiných je naopak využíváno původních vlastností plemene a přizpůsobují se pravidla. Mezi tradiční psí sporty spadají dostihy chrtů, závody psích spřežení, zkoušky ovčáckých psů. Mezi novější sportovní odvětví lze zařadit např: canicross, dogtrekking aj. (Hošek et al., 2013).

Canicross

Hlavními aktéry jsou musherši, osoby ovládající na lyžích, saních, kole nebo vozíku záprah jednoho nebo více psů. Pro mushering je důležité, aby byl sportovec: v dobré tělesné kondici, měl cit pro zacházení se psy, dobrou rovnováhu, rychlé reakce určitou míru hbitosti, obratnosti a nadání pro zvládnutí techniky jízdy na lyžích aj. (Pečená, 2000).

Canicross je termín používaný k popisu sportu cross country, který se běží se psy. Vznikl v Evropě jako mimosezónní trénink pro musherskou (saňovou) komunitu a stal se populární jako samostatný sport po celé Evropě. Mimo známých zimních závodů psích spřežení je možné psa zapřáhnout před koloběžku (tzv. scootering), kolo (bikejoring) nebo před lyžaře (skijoring) (Roostertail, 2014).

Délka trati pro canicross se pohybuje obvykle od 3 km do 7 km. Závod mívá často dvě etapy, a to buď v jeden den (ráno a odpoledne) nebo ve dvou dnech. Tratě jsou situovány spíše do oblastí s rovinným terénem, minimálním zastoupením asfaltových cest a širokými cestami pro bezpečnost závodníků, umožňujícími i vzájemné předbíhání (Anon., 2014). Běžci jsou k psovi připoutaní pomocí speciálního opasku připomínajícího lezecký sedák, který zajišťuje, že tažení psem je pro běžce pohodlné. Na opasku by měla být tzv. vypouštěcí

karabina anebo finský hák k připnutí vodítka. K opasku, je pes připnut za pomoci pružné šňůry (vodítko s tzv. amortizérem), která zmírňuje cukání a tlak na záda psa vznikající nerovnoměrnou změnou rychlosti. Na druhém konci je šňůra připnuta k postroji psa (viz. v přílohy, obr 1.). Délka vodítka v nataženém stavu by neměla přesahovat 2 metry (Roostertail, 2014).

Dogtrekking

Dogtrekking je extrémním kynologickým vytrvalostním sportem, při němž jsou překonávány mimořádné vzdálenosti v časovém limitu. Psovod je se psem při dogtrekkingu spojen buď postrojem a vodítkem připjatým k bedernímu pásu, nebo vede psa pouze na vodítku (či střídáním obou variant). V žádném případě není možno jít se psem na volno (ani krátkodobě). Účastníci jsou při dogtrekkingu odkázáni sami na sebe a před započítáním závodu podepisují prohlášení, jímž ztvrdí, že vstupují do akce výhradně na vlastní nebezpečí a že jsou si plně vědomi vlastní zodpovědnosti za sebe a psa. Trasa závodů, dle pravidel nesmí být kratší než 80km a může být delší než 100km. Tuto trasu absolvuje člověk se svým psem nebo psy, v daném časovém limitu (obvykle kolem padesáti hodin) a s povinnou výbavou. Povinná výbava dle pravidel vždy musí obsahovat: spací potřeby (spacák a karimatka), jídlo a pití pro psa a člověka, miska pro psa, botičky pro psa (obvykle dvě na každého psa), baterka, lékárnička (obvaz, obinadlo, náplast, izotermická folie). Tato pravidly předepsaná výbava bývá ještě doplněna pořadatelem jednotlivých závodů o další věci, dle konkrétního závodu. Část výbavy může nést i pes v brašnách. Maximální hmotnost, kterou může pes nést je maximálně třetina své vlastní váhy. Mimo klasické trasy dogtreku (nad 80km), též zvané LONG, bývá možnost jít zkrácenou trasu, tzv. MID. Tato trasa bývá 40-50km dlouhá, závodníci ji absolvují bez nutnosti přenocování pod širým nebem, podle toho bývá upravená i povinná výbava.

Trasu závodník překonává v tempu, které si volí sám podle mapy a itineráře (Anon., 2014).

Do výše zmiňovaných sportů lze využít a zapřáhnout psa, který má dostatek síly a chuť k práci v tahu. I když jsou pro sílu, rychlost a vytrvalost potřebné jisté znaky stavby těla, chuť k práci je vlastnost, která zůstává stále hlavním a rozhodujícím faktorem. U zvířat, s nimiž je počítáno pro závodní sport, existují osvědčená kritéria, podle nichž je možné jedince objektivně hodnotit. Psi pro sprint se budou lišit od psů pro vytrvalost. Jedinci pro sprint budou lehčí v kostře, nemusí být tak mohutně osvalení. V našich klimatických podmínkách není vhodná příliš bohatá a dlouhá srst. Psi pro dlouhé tratě bývají těžší a jejich a hustá srst

má funkci ochrany před chladem. Svalstvo má být suché, dobře patrné a musí působit pružně v oblasti páteře. V pohybu se ukazuje lehkost, elasticita, staženosti, krátkosti kroku a příliš vysokého (napichovaného) našlapování. Ve cvalu by pes neměl skákat, ale spíše plynule plout s hřbetem stále v jedné rovině. Postroj, určený pro psa k tahu, musí být vždy psovi pohodlný, nesmí ho škrtit a omezovat jeho pohyb. Na výběr jsou dvě varianty postrojů - krátký, končící v polovině hřbetu a dlouhý, který vede až ke kořeni ocasu, umožňující psovi, opřít se do tahu celou svou vahou. Postroje by měly být dle pravidel opatřeny systémem pro rychlé vypuštění psa, v případě pádu běžce apod. (Cipro, 2013).

Z pravidla se zapřahají severští psi, ale lze využít i dalších plemen nebo typů psů. Mezi nejčastěji využívaná plemena patří aljašský malamut, sibiřský husky, aljašský husky, vybraná plemena ohařů nebo československý vlčák (Pečená, 2000).

2.2 Vybrané poznatky z fyziologie a anatomie psa domácího v kontextu pohybového zatížení

Každý, kdo pracuje se sportovními a pracovními psy, by měl mít povědomí o základních fyziologických funkcích psa. Veterinární lékaři používají hodnoty vitálních funkcí psa pro poskytnutí stručného přehledu o celkovém zdravotním stavu jedince. Mezi základní zkoumané fyziologické hodnoty patří: tělesná teplota (T), srdeční frekvence nebo pulz (HR, P) a dýchání (R). Někdy jsou tyto funkce označovány jako TPR psa, kdy fyziologické hodnoty by měly odpovídat následujícím hodnotám. Teplota 38° - 39.2°C, tepová frekvence 60-160 tepů/min a dechová frekvence 24 dechů/min. Měření životních funkcí lze provádět v klidu, v průběhu činnosti nebo ze zdravotních důvodů. Mezi faktory, které mohou mít u většiny pracovních psů vliv na hladinu měřených hodnot lze zařadit nadšení pro danou činnost i samotná aktivita. Pokud probíhá měření v různých časech během kondičního období, jsou vitální funkce dobrým indikátorem úrovně formy psa (Gillette, n. d.). Informace popisující optimální množství tréninku u sportovních psů nebyly doposud v odborné ani jiné literatuře zaznamenány. (Marcellin-Little et al., 2005). Obecně jak u psů, tak u lidí platí, že práce stimuluje zvýšení srdeční frekvence a po skončení činnosti se zpomalí. (Gillette, n.d.).

2.2.1 Kardiovaskulární systém psa domácího

Jedním z hlavních funkčních ukazatelů trénovanosti a zdravotního stavu je srdeční frekvence. Její monitorování je jedním z nejrozšířenějších způsobů užívaných pro určování správného zatížení organismu u lidských sportovců.

Srdce

Oběhová soustava se skládá ze systému propojených cév (tepny, kapiláry a žíly) (Howard, 2013) a srdce, které je ústředím soustavy. Srdce je dutý svalnatý orgán, který svými stahy vhání krev do celého organismu silnostěnnými cévami – tepnami (Najbrt, 1982). Srdce psa je poměrně velké, představuje 0,7 % z celkové hmotnosti zvířete a jeho dlouhá osa s hrudní kostí svírá úhel 40° (Černý, 2004). Srdce je uloženo v hrudní dutině v rozmezí třetího až šestého mezižeberního prostoru v mezeře mediastina mezi levou a pravou pleurální dutinou. Z laterální, kraniální, kaudální a dorzální strany jej obklopují plíce. Srdce je kónického tvaru, jeho hrot směřuje ventrálně a mírně kaudálně. Dorzálně leží základna (srdeční báze). Srdeční hrot je u psů a koček uložen kaudálněji než základna. Výjimku tvoří pouze psi s velmi hlubokým hrudníkem, kde leží srdeční hrot a základna prakticky nad sebou.

Základna srdce (báze) naléhá na bránici; hrot směřuje doleva, dolů a dopředu. Na povrchu srdce jsou zřetelné dvě mělké rýhy: podélná a cirkulární, které jsou viditelnými hranicemi srdečních dutin – dvou předsíní a dvou komor.

Uvnitř srdce jsou čtyři dutiny: pravá předsíň a pravá komora, levá předsíň a levá komora. Pravostranné dutiny odděluje od levostranných dutin předsíňová a komorová přepážka (Dylevský, 2009). Pravá předsíň leží nad pravou komorou. Slouží jako zásobník hromadící během systoly neokysličenou krev, která přichází z velkého krevního oběhu. Při diastole pravé komory je rychle přečerpána do komory (Svoboda et al., 2001). Do pravé předsíně vyúsťují rozšíření srdečních žil a obě duté žíly (König, 2002). Pravá komora aktivně vytlačuje krev do malého (plicního) oběhu (Svoboda et al., 2001). Levá předsíň slouží jako zásobník okysličené krve z plic pro levou komoru (König, 2002; Svoboda et al., 2001). Její funkce je v podstatě stejná jako funkce pravé síně pro pravou komoru. Levá komora je největší součást srdce. Tlačí krev do velkého (systémového oběhu) krevního objemu, který má velký odpor, proto je svalovina stěny levé komory velmi silná. Komoru a síň od sebe dělí atrioventrikulární chlopně a srdeční skelet (Svoboda et al., 2001). Trikuspidální chlopně se nachází mezi pravou síní a pravou komorou. Pulmonární chlopně je mezi pravou komorou a plicní tepnou. Mitrální chlopně je uložena mezi levou síní a levou komorou. Aortální chlopně se nachází mezi levou komorou a aortou. Chlopně působí jako jednocestné ventily. Dovolují průtok krve jen jedním směrem. Zaklapnutím svých cípů brání opačnému toku krve (Svoboda et al., 2001; Najbrt, 1982; Černý, 2004).

Srdce je uloženo v obalu, který se nazývá osrdečník - perikard. Uvnitř perikardu je tenká dvojité membrána. V tomto úzkém dvojitém vaku je perikardiální prostor. Je v něm malá vrstva tekutiny, která chrání srdce před třením a nárazy (Černý, 2004). Vrstvou, která je těsně

přiložena z vnější strany srdce je epikard. Epikard kromě srdečního svalu pokrývá všechny koronární cévy, které srdce obklopují. Epikard překrývá také vrstvu tuku, která je nedílnou součástí srdce. Tento „funkcionální tuk“ organismus nespotřebovává ani v krajních případech hladovění (Najbrt, 1982). U psa, na rozdíl od ostatních domácích savců je osrdečník připojen k bránici (König, 2002).

Elektrický impulz, zodpovědný za spuštění srdečního cyklu, vzniká v sinoatriálním (SA) uzlu. Inervace srdce je zajištěna dvěma způsoby:

1. - převodním srdečním systémem, který je zodpovědný za tvorbu a vedení srdečních impulzů
2. - vnější inervací autonomním nervovým systémem, který ovlivňuje i převodní srdeční systém. Vnější inervace srdce je zajištěna sympatickými a parasympatickými nervy.

Kardiovaskulární systém má u savců tři hlavní úlohy:

1. - udržovat normální tlak v artériích, který vzniká v tekutině její tíhou
2. - zajišťovat normální průtok krve tkáněmi
3. - udržovat normální hydrostatický tlak v kapilárách a žilách

Pokud jsou tyto funkce zajištěny v klidu, během a po fyzické zátěži, je možné nazvat kardiovaskulární systém jako funkčně normální. Srdeční cyklus spočívá v periodickém střídání systoly a diastoly jednotlivých srdečních dutin v závislosti na stavu elektrické depolarizace buněk a pohybu iontů vápníku. Srdeční systola je systola komor, při které jsou síně v diastole. Srdce pumpuje krev prostřednictvím systému krevních cév. Nejvyšší krevní tlak je v cévách vystupujících ze srdce a nejnižší v žilách, které do srdce vstupují (přinášejí odkysličenou krev). Cévy vystupující ze srdce (tepny, artérie) mají silnou, pružnou stěnu, která vydrží velký tlak. Cévy vstupující do srdce (žilky, vény) mají stěny tenčí, s chlopněmi, které brání zpětnému toku krve a dovolují průtok pouze v jednom směru.

Srdeční výkon je ovlivňován několika faktory: srdeční frekvencí, propojením síní a komor, synchronizací komor a vlastností perikardu. Tyto faktory jsou dále ovlivňovány nervovou soustavou, léky a hormony (Svoboda et al., 2001).

2.2.1.1 Srdeční frekvence

Srdce je hlavním motorem, který dodává energii a kyslík do pracujících svalů. Rychle reaguje na změny v zatížení (během několika sekund). V delším časovém horizontu (týdny, měsíce) reaguje adaptací na změny, způsobené pravidelnou pohybovou aktivitou. Změny na srdci lze sledovat prostřednictvím srdeční frekvence (SF). SF vyjadřuje frekvenci srdečních stahů, tj. kolikrát za minutu vypudí srdce krev do krevního oběhu. Srdeční frekvence je v diagnostice

měřena poslechem fonendoskopem, nebo pomocí EKG (elektrokardiogramu). V nelékařském prostředí lze využít služeb měřiče srdeční frekvence neboli sporttesteru (Dovalil, 2002).

Místo pro přesné měření srdeční frekvence se nachází v místě, kde se dotýká loket psa hrudního koše, ventrálně okolo 5 žebra, na levé straně (Naylor et al, 2009).

Srdeční frekvence představuje spolehlivou veličinu pro posuzování intenzity fyzického zatížení. Vlivem rostoucího zatížení, dochází k postupnému zvyšování hodnot srdeční frekvence. Na základě zvyšující se trénovanosti dochází v organismu k řadě strukturálních a funkčních změn. Strukturální změny srdečního svalu v průběhu dlouhodobého zatěžování mají přímý vliv na srdeční frekvenci (Zahradník et al., 2012).

Strukturální změny je možné pozorovat na centrální i periferní složce. Vlivem vytrvalostního tréninku srdce zbytnuje. Zvětšuje se především levá komora. Srdeční sval je u vytrvalce lépe prokrven a má bohatší kapilární síť. Po skončení tréninku se srdce vrací k výchozímu stavu. Vlivem dlouhodobého tréninku dochází i k změnám v krevním řečišti, zvětšuje se množství kapilár a prokrvení svalové tkáně – vaskularizace.

Funkční změny se týkají především ukazatelů srdeční činnosti. Mezi ty patří srdeční frekvence jenž je ukazatelem, ve kterém se již při klidových hodnotách liší trénovaný jedinec od netrénovaného. Pod 60 tepů/min. je výrazem trénovanosti, v některých případech se setkáváme s hodnotami 30 – 35 tepů/min. Dále Systolický objem srdce u netrénovaného se v klidu pohybuje okolo 60 – 80 ml, u trénovaného 80 – 100 ml. Se stoupajícím zatížením stoupá i tento objem. U trénovaného jedince je objem o 50 ml vyšší oproti hodnotám jedince netrénovaného, což odpovídá hodnotám 150 – 200 ml. Minutový srdeční objem je v klidu stejný u obou jedinců. Souvisí to s výslednicí dvou složek, SF a systolického objemu. Ekonomizace funkce srdce u trénovaného jedince se projeví snížením SF a vyšším systolickým objemem v klidu, i během zátěže (Anon., n. d.).

Srdeční frekvenci ovlivňuje řada faktorů. Mezi nejvýznamnější patří: věk, pohlaví, sportovní výkonnost, velikost srdce, zdravotní stav (Zahradník et al., 2012), dále též tělesná velikost, plemenná příslušnost, úroveň vzrušení a fyzická kondice zvířete (Naylor, 2009). Menší psi a štěňata mají rychlejší srdeční frekvenci, než psi větších plemen (viz. tab. 1).

Tab. 1 – srdeční frekvence psů

Kategorie psů	Srdeční frekvence (tepů/min)
Štěňata	70 – 220
Malá plemena	70 – 180
Střední plemena	70 – 160
Velká plemena	60 – 140

2.2.1.2 Variabilita srdeční frekvence

Variabilita srdeční frekvence se týká regulace sinoatriálního uzlu, přírodního kardiostimulátoru srdce, který je ovlivňován sympatickými a parasympatickými vlákny autonomního nervového systému (Nolan, 2014). Skutečnost, že srdeční rytmus není za fyziologických podmínek zcela pravidelný, je známa po mnoho let. Přesto nebyl těmto přirozeným oscilacím srdečního rytmu až donedávna přikládán větší praktický význam. Pro oscilaci intervalů mezi po sobě následujícími srdečními stahy se ujal název variabilita srdeční frekvence, v praxi označována zkratkou HRV (heart rate variability) či VSF (variabilita srdeční frekvence).

Analýza variability srdečního rytmu (VSR) se v poslední době stala velmi populární metodou v oblasti kardiovaskulárního výzkumu. Dovoluje posouzení integrity a funkce komplexních fyziologických mechanismů, které kontrolují srdeční rytmus. Srdeční rytmus je do značné míry pod kontrolou autonomního nervového systému. Kardiovaskulární systém tak udržuje svoji dynamickou stabilitu neustálým přizpůsobováním srdeční frekvence a krevního tlaku mechanismy, které reagují na řadu vnitřních a vnějších vlivů. Z vnitřních faktorů má nejvýznamnější vliv: věk, dýchání, prostředí, pravidelné fyzické zátěže, pohlaví a zdravotní stav. Mezi hlavní vnější stresory, které ovlivňují autonomní regulaci, patří fyzické i psychické zatížení. V odpovědi na výše uvedené zátěžové situace se srdeční frekvence zrychluje či zpomaluje. Adaptace srdeční frekvence na různé typy zátěží patří k typickým znakům autonomních, integračních funkcí živých organismů. Vysoká variabilita srdeční frekvence je znakem dobré adaptability systému, tedy zdravých regulací srdečních funkcí. Snížená variabilita bývá naopak známkou porušení adaptability systému a měla by vést k detailnější, cílené diagnostice příčiny (Kautzner et al., 1998).

Měření variability srdečního rytmu

Ke zkoumání HRV pro klinické účely je prospěšné mít zvířecí model. Účelem studie, kterou provedli Ootaki, et. al. v roce 2009, bylo vyhodnocení HRV lidských subjektů za použití systému MemCalc a porovnání je s údaji HRV naměřených u psů a telat. Pro studii bylo změřeno šest mužů a tři ženy, ve věku 34 ± 7 let, o střední výšce $174,0 \pm 9,9$ cm a váze $72,5 \pm 19,1$ kg. Dále bylo změřeno patnáct psích kříženců, vážících v průměru $29,1 \pm 4,8$ kg a devět telat (holštýnské plemeno) vážících v průměru $107,4 \pm 31,1$ kg. Zvířata byla měřena v klidné místnosti, která měla 22°C . Pro získání výchozích hodnot, byla potřeba jedna minuta, poté se data HRV shromažďovala po 10 minut. Měření hodnot u lidí probíhalo v místnosti bez oken, s minimálním ruchem, pozorovaní jedinci seděli na židli, po stejnou dobu. Měření probíhalo na lačno v ranních hodinách, jak u psů a telat, tak u lidí. Výsledky ukázaly, že srdeční frekvence lidí ($62,8 \pm 7,4$ bpm) byla výrazně nižší než u psů ($124,2 \pm 18,8$ bpm), telat ($73,4 \pm 10,5$ bpm).

Kvalitativní vyšetření VSR není tak jednoduché jako měření ostatních klinických parametrů, jako například krevního tlaku nebo tepové frekvence, a liší se podle toho, zda jsou posuzovány krátkodobé nebo dlouhotrvající záznamy srdečních cyklů. Největší rozvoj zaznamenaly metody zaměřené na analýzu 24 až 48 hodinových záznamů. VSR lze vyšetřovat prostřednictvím metod časové a frekvenční analýzy.

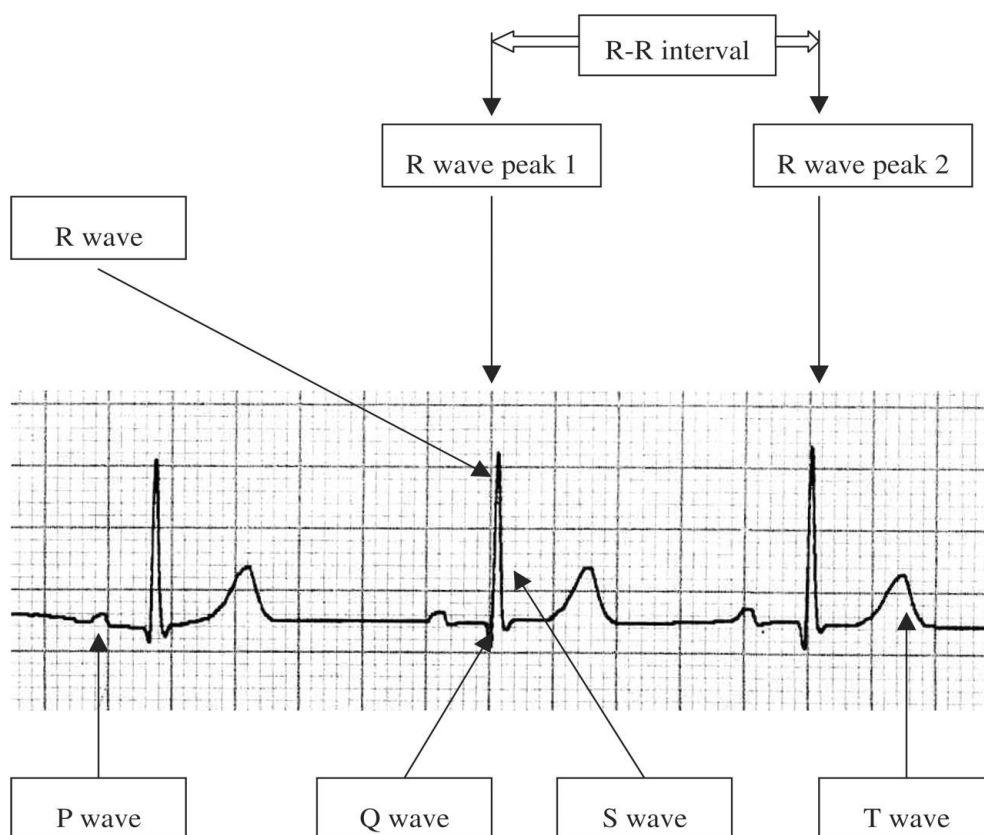
Jednoduché metody

Metody byly zavedeny v prvních studiích, kdy byla HRV zkoumána prostřednictvím sledování změn tepové frekvence v průběhu určitých manévru. Tuto krátkodobou HRV lze například vyjádřit v poměru mezi minimální a maximální tepovou frekvencí nebo jako absolutní rozdíl maximální a minimální tepové frekvence. Podobně lze vyjádřit tyto vztahy v relativních jednotkách (např. poměr rozdílu maximální a minimální tepové frekvence a průměrné tepové frekvence). Postupně byla navržena celá řada podobných vzorců, ale ukázalo se, že praktický rozdíl mezi nimi je minimální (Kautzner et al., 1998).

Metody časové analýzy

Tyto metody analyzují srdeční rytmus v určitém časovém úseku, nebo časové intervaly mezi následnými komplexy QRS (Kautzner et al., 1998). QRS komplex je stah komorové svaloviny srdce, který lze sledovat na EKG. Tento komplex má tři typy kmitů: Q – první negativní kmit, nemusí být přítomen. R – každý pozitivní kmit, standardně se vyskytuje pouze jeden, pokud je kmitů více označují se R*. S – každý negativní kmit po alespoň jednom R,

pokud je jich více označují se S^* (Reed et al., 2005). Prakticky probíhá analýza tak, že se v kontinuálním EKG záznamu označí jednotlivé komplexy QRS a identifikují tzv. normální intervaly R-R (tj. všechny intervaly R-R mezi komplexy QRS, které následují po vlnách P sinusového původu neboli intervaly NN), (viz. obr. 2) (Kautzner et al., 1998). P vlna, je depolarizací srdečních síní (Haman, n.d.). K vyhodnocení lze poté použít řadu metod, které jsou založeny buď na statistickém rozboru intervalů NN (normal-to-normal), nebo popisují geometrické tvary, na které lze sekvence intervalů NN převést (Kautzner et al, 1998). Pojem NN (normal-to-normal) je užíván místo označení R-R pro zdůraznění, že zobrazené tepy jsou normální. R-R (R wave-to-R wave) je interval mezi po sobě jdoucími kmity R (Billman, 2011).



Obr. 2 - Normální EKG s označenými vlnami (Reed et al, 2005)

Metody frekvenční (spektrální) analýzy

Tyto metody jsou založeny na hodnocení změn tepové frekvence, resp. změn délky R-R intervalu prostřednictvím statistických metod vyššího řádu za pomoci výpočetní techniky. Každý variabilní ukazatel, tedy i SF, může být popisován jako suma oscilačních komponent, které jsou definovány frekvencí a amplitudou. Časové údaje o rozdílech mezi po sobě jdoucími intervaly jsou transformovány do 25 frekvenčních hodnot, a tak je získáno výkonové

spektrum, které obsahuje oscilace o různých frekvencích. Analýza hustoty (denzity) tohoto spektrálního výkonu, který vyjadřuje velikost variability R-R intervalů, informuje o tom, jak je tento výkon rozložen ve sledovaném frekvenčním pásmu. Vlastní metody spektrální analýzy lze klasifikovat jako parametrické a neparametrické. Do první skupiny patří rychlá Fourierova transformace, která analyzuje data jako součet sinusoid. Přitom je stupeň podílu každé z těchto sinusoid na celkovém signálu považován za parametr popisující spektrální komponenty korespondujícím daným obdobím. Výhodou je relativní jednoduchost algoritmu pro analýzu a vysoká rychlost zpracování dat. Mezi neparametrické metody spadá autokorelační metoda, která popisuje spektrální komponenty jakožto vzájemné korelace sekvencí intervalů R-R s posunem jedné ze sekvencí po časové ose. Jejich hlavní výhodou je získání hladších spektrálních komponent nezávisle na předem nastavených frekvenčních pásmech, kdy lze snadno identifikovat centrální frekvenci každé komponenty.

Přes určité technické rozdíly mezi spektrálními metodami poskytuje jejich správná aplikace srovnatelné výsledky. Analýza krátkodobých (obvykle 5ti minutových) záznamů umožňuje rozlišit celkem 3 hlavní spektrální komponenty: o velmi nízké frekvenci (VLF), o nízké frekvenci (LF) a o vysoké frekvenci (HF) (Kautzner et al., 1998). Dále byla vysledována ze 24h studií komponenta ultra nízkých vln (ULF). Nejvýznamnější je pásmo nízkofrekvenční (low frequency - LF) v rozsahu 0,04 - 0,15 Hz, které interpretuje současně aktivitu vagu i sympatiku, kdy míra jejich zastoupení závisí na vyšetřované pozici - jako poloha těla (Opavský, 2002).

2.2.2 Dýchací systém psa domácího

Dýchací soustava zabezpečuje výměnu plynů mezi vnějším prostředím a krví a je důležitým regulátorem teploty. Dýchací cesty začínají dutinou nosní, ta je rozdělena chrupavčitou přepážkou na dvě části. Rozděluje se na oblast dechovou a čichovou. Dechová oblast, je pokryta prokrvenou vlhkou sliznicí. V dutině nosní jsou zachycovány mikroorganismy a prach dále je zde zvlhčován a oteplován vdechovaný vzduch. Dýchací cesty pokračují hltanem přes krátký hrtan do průdušnice tvořené 42 – 46 chrupavčitými prstenci. Průdušnice se větví v pravou a levou průdušku. Průdušky se v plicích větví na průdušinky, které ústí do drobných plicních sklípků (alveolů) (Svoboda et al., 2001; Najbrt, 1982).

Plíce jsou uloženy v hrudní dutině ta je vystlaná pohrudnicí, obaleny jsou tenkou blanou-poplícníci a skládají se z průdušek, plicních sklípků, a krevních cév. Žebra a svaly hrudníku, spolu s bránicí fungují jako měchy, přivádí a odvádí vzduch do plic a ven (Eldredge

et al., 2000). Objem plic je přímo úměrný velikosti psa, u psa o hmotnosti 23 kg odpovídá zhruba 1500 ml (Siegwar et al., 1971).

Nitrohruční tlak psa je vždy nižší než tlak atmosférický, tento rozdíl rozpíná plíce a brání jejich kolabování. Při nádechu se kontrakcí bránice zvětšuje objem hrudní dutiny, rozpínají se plíce, tlak uvnitř klesá a tím se žene do plic čerstvý vzduch. Na roztahování hrudníku se kromě bránice podílejí i další svaly, zevní mezižeberní a svaly šikmé. V klidu je výdech pasivním dějem, kdy se objem hrudníku a plic zmenšuje. Aktivního výdechu se účastní vnitřní mezižeberní svaly a svaly břišního lisu. Dechový objem psa činí 10-20 ml/kg (Hunyady, n.d.).

Dechová frekvence

Dechová frekvence udává počet nádechů a výdechů za minutu. U dospělého psa se pohybuje v rozmezí 10-30 dechů za minutu. Průměrná hodnota v klidu je 24 dechů za minutu. Hodnota u novorozených štěňat je do 2 týdnů věku 15 až 35 dechů za minutu. Dechová frekvence výrazně vzrůstá při nárůstu teploty okolí a při fyzické námaze (Eldredge et al., 2007).

Dechová frekvence se měří v klidu nebo při zátěži pomocí metod objektivních - pneumotachografie nebo impedanční pneumografie. A metody subjektivní - měření pohledem, hmatem (palpace), tyto metody jsou nejdostupnější zato však nejméně přesné a nespolehlivé (Paleček, 1987).

2.2.3 Pohybová soustava

Sportovní biomechanici uznávají důležitost analýzy pohybu pro získání znalosti v chápání "jak" tělo funguje. Nikde toto nebylo více zřejmé, než při běhu. Williams (1987) napsal, "Pochopení biomechanických aspektů běhání je předmětem zájmu z několika důvodů:

1. pro znalosti o pohybu segmentů těla, mohou poskytnout informace užitečné pro základní pochopení mechanismů nervosvalového systému
2. identifikace optimálních běžeckých technik mohou pomoci k zlepšení výkonu sportovců na všech úrovních
3. znalost mechanismů zranění souvisejících s během, může pomoci při prevenci před zraněním.

Pohyb zvířete v prostoru a pohyb a změny napětí vnitřních orgánů umožňují svaly. Dle funkce a mikroskopické stavby rozeznáváme svalstvo kosterní (příčně žíhané), hladké (vnitřní orgány) a srdeční. Na stavbě svalu se podílejí nervy, cévy, pomocná svalová ústrojí a vazivo.

Šlachy spojují většinu svalů s kostrou. Sval má část masitou (svalové břicho), odstupnou hlavu a úpon. Příčně žíhané svaly potřebují ke své činnosti tzv. pomocná svalová ústrojí šlachy, tíhové váčky, šlachové pochvy a povázky. Na vzdálenější úseky kloubů a kostry přenášejí pohyb šlachy. Tíhové váčky a šlachové pochvy usnadňují klouzání pohybujících se šlach přes nerovné kostní povrchy. Jednotlivé svaly obalují svalové povázky nebo svalové skupiny a udržují je v jejich poloze. Když se sval smrští, kosti vůči sobě změni polohu, nastává pohyb (Howard, 2013).

Vlivem okamžité extrémní zátěže může dojít k přetržení šlachy nebo svalových vláken. Regenerace velkých šlach a velkých svalů trvá dlouhou dobu a došlo-li k výraznějšímu poranění a zhojení zajizvením, plná původní pohyblivost v daném místě se velmi těžko obnovuje.

Namožení svalu, vzniká mnohokrát opakovaným pohybem, kdy sval není krví dostatečně zásobován kyslíkem. Sval pracuje v anaerobním režimu, přitom je produkována kyselina mléčná, která se ve vláknech hromadí coby odpadní produkt a druhý den je příčinou bolesti namoženého svalu při jeho kontrakci (Marcellin-Little et al., 2005).

2.2.4 Pohybové zatížení psa domácího při vybraných sportovních aktivitách

Pokud má majitel zvířete zájem pouze o společníka, nebude kladen vysoký nárok na kondici psa. Obecně platí, že pohyb a aktivita jsou pro psa zdravé. Sportovní a pracovní psi často plní úkoly na energicky vyšší úrovni než pes společník. Mnozí jedinci pocházejí z krevních linií, které jsou známy pro své schopnosti a predispozice pro danou činnost nebo byly selektováni proto, že vykazují jedinečnou schopnost vztahující se k vybraným aktivitám (Gillette, n.d.). Byly provedeny různé výzkumy, se snahou určit optimální množství cvičení potřebné pro psy, frekvenci tréninků, jejich intenzitu zátěže a dobu trvání, které mohou pomoci optimalizovat jejich zdraví a fitness (Marcellin-Little et al., 2005).

Jak vzrůstají atletické požadavky na psa, jsou na tělo zvířete kladeny vyšší fyzické nároky. Je nutný určitý stupeň energie k udržení homeostázy, další energie je využita při samotné fyzické aktivitě. U každého psa může nastat situace, kdy aktivita vede metabolické procesy psa do extrémů.

V těchto případech rozeznáváme dva typy psů.

1. pes, který má velmi nízkou kondici a účastní se aktivity, na kterou není řádně fyzicky připraven, nebo pracuje v prostředí, pro které není aklimatizovaný
2. pes s vyvinutou dobrou kondicí nebo sportovní pes, který provádí aktivitu, která je nad úrovní, na kterou je připraven.

Zde existují dvě metody tréninku, které mohou vyvolat zdravotní problémy a to když se pes se podílí na činnosti, která klade důraz na metabolismus těla nad bod, kdy nemůže normálně fungovat nebo specifická činnost odhalující skrytý problém, nebo způsobující zdravotní potíže (Gillette, n. d.).

Kondice

Kondicí se rozumí výkon specifických fyzických cvičení, která pomáhají s přípravou na psychicky i tělesně náročnou činnost. Trénink pohybového aparátu a kardiopulmonálního systému je základní součástí pro získání lepší kondice jak psího tak lidského sportovce (Marcellin-Little et al., 2005).

Je třeba se zabývat tělesnou (fyzickou) a psychickou (mentální) zároveň. Fyzická kondice zahrnuje tři systémy těla:

1. Pohybový systém - svaly, kosti, šlachy a vazy; tento systém je nejtěžší na kondici
2. Kardiovaskulární systém- srdce a cévy.
3. Plicní systém- plíce a dýchací cesty.

Všechny tři systémy mohou být trénovány současně (Gillette, 2007). Pro prevenci úrazů, je jednou z důležitých oblastí, kterou lze aplikovat na psí sportovce, začlenění zahřívání a ochlazování těla do tréninkového programu (Steiss, 2002).

Zahřívání

Zahřívání bývá v tréninku psů opomíjeno. Na závodech jsou psi často odvedeni rovnou z auta, vozíku nebo od kůlu do své kategorie. Předpokládá se, že zahřívání přispívá ke zlepšení výkonu a též funguje jako ochrana proti zranění (Steiss, 2002). Ideální zahřátí připravuje sportovce pro aktivitu trvající 5-10 minut (Gillette, 2007), která následuje, aniž by došlo k únavě. Jeho cílem je cvičit s relativně nízkou intenzitou, která je menší než 60% maximální spotřeby kyslíku, nebo 70% maximální srdeční frekvence, po dobu kratší než 15 minut. Pokud je zahřívací cvičení příliš namáhavé nebo příliš dlouhé, výkon může být narušen únavou. Nadměrné zahřívání vyčerpává zásoby energie, přispívá ke vzniku kyseliny mléčné a zvyšuje tělesnou teplotu. Po dokončení zahřívání by sportovní aktivita měla začít během několika minut. Další účinky tohoto cvičení na pohybový aparát, zahrnují zvýšenou rychlost svalových kontrakcí, relaxaci a zvýšení svalové síly (Steiss, 2002).

Zchlazení

Každý sportovec, který dokončí závod, má specifickou rutinu pro ochlazení. Nejen pro psy, je tato část důležitá. Zejména kvůli regeneraci svalů a odvodu kyseliny mléčné, která napomáhá odplavit metabolity produkované námahou a zabrání tak opožděnému nástupu bolesti svalů (Gillette., n.d.) a rozptýlení tepla čímž se zkracuje doba regenerace (Steiss, 2002). Ochlazování by se mělo skládat z nízké intenzity cvičení, jako je chůze. Intenzita cvičení by měla být od 30% do 65% maximální spotřeby kyslíku. Přibližně 10 - 20 minut je považováno za dobu potřebnou k tomu, aby organismus vychladl (Steiss, 2002).

Regenerace

Biologický proces, který má za úkol vyrovnat a obnovit reverzibilní pokles funkčních schopností organismu a jednotlivých orgánů se nazývá regenerace. Tedy návrat organismu do tzv. homeostázy, čili stálého prostředí. Regenerace je zabezpečována řadou činností, které mají obnovovat schopnost vypořádat se úspěšně s novou zátěží. Obnova sil dosud byla a je především vázána výkonnost sportovce, který směřují svůj tréninkový proces k co nejlepšímu výkonu. Rekreační aktivity by měly být navyklou součástí denního režimu, která se podílí na odstranění pracovní a jiné duševní a fyzické únavy (Kučera et al. 1999). Svaly, vazy, šlachy a kosti psů reagují na zátěž stejně jako lidské. Pokud je pes protažen před výkonem i po něm, je zajištěna lepší funkce svalů, rychlejší regenerace, zmenší se riziko úrazu aj. (Steiss, 2002). Úkolem regenerace sil je odstraňovat příčiny únavy, docílí se tím například regulací tréninkové tělesné zátěže, střídáním zátěže s odpočinkem a věnování času odpočinkové fázi, dodat organismu dostatek tekutin a vyváženou stravu a využívat fyzioterapeutické procedury (Kučera et al. 1999).

Rozlišují se dva pojmy, rychlá regenerace a regenerace pomalá. Při rychlé regeneraci dochází k ustálení tepové frekvence, která se vrací na běžné hodnoty bezprostředně po námaze, a vyrovnávání kyslíkového dluhu, trvá minuty a není při ní důležitá výživa. Kyslíkový dluh lze chápat jako:

1. alaktátový kyslíkový dluh (vzniklý při krátkých sprintech), ve velké míře ubývá keratinfosfát jako primární energetický zdroj a ten musí být co nejdříve resyntezován
2. laktátový kyslíkový dluh vznikající při anaerobní aktivitě (za vzniku kyseliny mléčné), během níž musí být z krve a svalů co nejdříve odstraněny ionty H⁺

Pomalá regenerace trvá hodiny a výživa je nezbytná, je třeba doplnění tekutin, obnova hladiny minerálních látek, zásob energie a oprava poškození svalových vláken (Anon., 2014).

3 Materiál a Metody

Pro monitorování intenzity zatížení psa je třeba měřit nejen SF během aktivity, ale také zaznamenat rychlost, pohyb psa a tyto veličiny vzájemně porovnat. Prvním krokem v rámci stanoveného cíle je zorientovat se v problematice monitorování srdeční frekvence pomocí systému Polar a v problematice monitorování pohybu psa za pomoci systému GPS.

3.1 Monitorování srdeční frekvence psa domácího

Přístroje, pro zaznamenávání srdeční frekvence byly vyvinuty primárně pro lidské sportovce, ale s postupem času byly přizpůsobovány pro měření srdeční frekvence pro závodní koně a koně účastníci se vytrvalostních závodů. V přítomnosti se tyto přístroje přizpůsobují pro psy, jedním z takových přístrojů je obojek Voyce (viz. přílohy obr. 9). Tento obojek je navrhnout a vyroben tak, aby snímal dechovou frekvenci, srdeční frekvenci. Dále, aby zaznamenával intenzitu aktivity (aport, běh, cvičení), dobu po jakou činnost vykonává, vzdálenost, kterou pes urazí, kolik spálí kalorií a odpočinek. Funguje na podobném principu jako lidský sporttester.

Sporttester měří a vyhodnocuje sportovní aktivitu na základě času, rychlosti, vzdálenosti a srdečního tepu. Tvoří ho hodinky popřípadě cyklopočítače, které fungují jako přijímače. Hodinky jsou většinou v kombinaci s hrudním pásem, na kterém se nachází hrudní snímač s dvojicí elektrod, ty snímají srdeční odezvy přímo z hrudi. Hrudní pás funguje jako vysílač a posílá srdeční odezvy bezdrátově digitální formou k přijímači a poté se zobrazují na displeji hodinek.

Essner et al. v roce 2013 hodnotili spolehlivost Polar[®]RS800CX ve srovnání se současně zaznamenávanými daty z EKG, při měření tepu psů během stání a v klusu na běžícím pásu. Ve výsledcích byla korelace (kritérium účinnosti) mezi Polarem[®] a EKG dat při stání $r = 0,99$ a při klusu $r = 0,97$. Údaje z Polar[®] se výrazně nelišili od dat z EKG. Průměrný rozdíl mezi EKG a neopravenými daty Polar[®] byl $- 0,6$ bpm ve stoje a $- 0,6$ bpm v klusu. Chyby v měření byly nízké. V roce 2015 provedli Essner et al. další studii jejímž cílem bylo posoudit spolehlivost a úroveň shody s Polarem[®]RS800CX měřiče srdečního tepu s jednotlivými intervaly mezi tepey (IBI), kdy data současně zaznamenávalo EKG. Polar[®] při měření psů zkresloval řadu IBI. Díky tomu byly odhaleny chyby v měření. Proto, aby Polar[®] mohl nahradit EKG, je nutné, aby vykazoval spolehlivé IBI ve skupině a v jednotlivých vzorcích, přijatelné v této studii bylo méně než 5 % artefaktů.

Pro zaznamenávání a měření tepové frekvence byl použit sporttester Polar RS800. Ten je základní variantou elitní modelové řady RS800 z nabídky společnosti POLAR. Splňuje technické a ergonomické potřeby vrcholových sportovců. Používá se v kombinaci s hrudním pásem na principu EKG v provedení wearlink s kódovaným přenosem. K dispozici je interface k PC a software pro zpracování naměřených hodnot. Přístroj je určen vrcholovým i výkonnostním sportovcům různými druhy sportů (Anon., n. d.).

Tento přístroj je užíván lidskými sportovci, ti si hrudní pás nasazují elektrodami přímo na kůži. Před nasazením je nutné elektrody navlhčit, což napomáhá lépe přenášet signály do hodinek, které má sportovec uchycené na ruce. Psi se nepotí a tak je nutné elektrody promazat například sonografickým gelem či jiným přípravkem, který umožňuje vodivost mezi elektrodami a tělem zvířete.

Přichycení Polaru na tělo zvířete při aktivitě, bylo umožněno díky postroji, který navrhl a vyrobil Aleš Rydval. Postroj sestává z od sebe oddělitelných elastických a pevných umělohmotných popruhů (viz. přílohy – obr. 4-7).

3.2 Monitorování pohybu psa za pomoci systému GPS

V roce 1980 začal růst zájem o životní prostředí, o volně žijící živočichy, který pokračuje do dnes. Rozsáhlé změny krajiny, těžby dřeva apod. měli dopad na volně žijící živočichy a životní prostředí. Mnoho agentur přesunulo svůj manažerský přístup ke krajině a k řešení problémů, jako zachování biologické rozmanitosti a fragmentace biotopů. K překonání některých omezení stávajících technologií a poskytnutí informací požadovaných studií provedených na řešení otázek životního prostředí a zhodnocení nové politiky, byly v roce 1990 vyvinuty telemetrické systémy založené na Global Positioning System (GPS). Sledování zvířat za pomoci GPS se začalo o rok později (Rogers, 2011). GPS je vojenský globální družicový systém, s jehož pomocí lze určit polohu a přesný čas kdekoliv na Zemi. Družice funguje jako vysílač a GPS zařízení (mobilní telefon, navigace aj.) fungují jako přijímač.

Pro monitorování pohybu byla vybrána GPS Garmin Astro 320 v kombinaci s obojkem DC50 na základě zkušeností psovodů z horské záchranné služby České republiky. Jde o produkt uzpůsobený pro kynologické účely.

Garmin Astro 320 + DC50 GPS pro psy

GPS je používána v kombinaci s vodotěsným obojkem DC 50 (viz. přílohy - obr. 3), který je vybaven výkonným vysílačem s dosahem až 3 km. GPS zařízení v samotném obojku vydrží

fungovat v rozmezí 17 až 48 hodin. Polohu psa je tak možné sledovat na GPS/VHF přijímači Astro 320. Na jednom přístroji lze sledovat maximálně 10 psů najednou (Anon., n. d.). Obojek je z pevného reflexního materiálu. Nasazení na psa je stejné jako nasazení obyčejného obojku. Přijímač Astro 320 je schopen na svém displeji zobrazit pozici psovoda a psa na podrobnou turistickou mapu, zobrazuje nad mořskou výšku a rychlost s jakou se pes pohybuje.

3.3 Metodika sběru dat

Pro zjištění možností monitorování intenzity tělesného zatížení bylo provedeno pilotní měření v chovné stanici Policie České republiky v Domažlicích. Chovná stanice je určena pro chov a výchovu štěňat plemene Německý ovčák pro potřeby Policie České republiky.

Chovné feny, které byly vybrány pro měření, jsou ustájeny v individuální části. V této sekci se nachází 18 kotců o rozměrech 8 x 8 metrů, jejich podklad je tvořen betonovými deskami, které jsou pokryté gumovou vrstvou. Kotce jsou postavené ze železné konstrukce, polovina kotce je kryta kovovou stříškou pro ochranu před nepříznivými vlivy počasí a přímým denním sluncem. Každý kotec je vybaven dřevěnou boudou s odklápěcí střešou a uvnitř má také misku s vodou. Mezi kotci je plechová zástěna, ta brání fenám v tom, aby na sebe viděly a napadaly se skrze mříže. V kotci feny tráví většinu času, během dne jsou brány na procházku popřípadě na naplánované cvičení na zkoušky. O víkendech v kotci tráví celý den. Všechny feny v chovné stanici jsou plemene německý ovčák a splňují plemenný standard. Pro pilotní měření byla vybrána skupina pěti fen, různé stavby těla, hustoty osrstění a starší 3 let. Po celý rok jsou ustájeny ve venkovních kotcích, díky čemuž mají větší hustotu osrstění pro tepelnou izolaci v chladném období. Feny jsou pod dohledem veterinárního lékaře a v dobrém zdravotním stavu.

Sbírání dat probíhalo 5 dní po dobu 6 hodin/den. Prvním krokem byla synchronizace sporttesteru s programem PolarProTrainer v počítači. Následovalo nasazení postroje na psa, zkontrolovat a umístit elektrody na správné místo, potřetí elektrod vodivým gelem, zapnutí hodinek sporttesteru, které se připnuly na kotec. Jedním důvodem byla zóna dosahu signálu z hrudního pásu a dalším zamezit jejich poškození, při pohybu psa v kotci. Sporttester se chodil kontrolovat každých 30 minut, pro ověření zda se informace přenášené elektrodami korektně zobrazují na displeji hodinek.

Fenám, kterým se nasazoval postroj, se současně nasadil obojek s GPS vysílačem pro snímání jejich pohybu. Měřilo se v kotcích, při aktivitě (běh, aport) a v klidu. Po skončení

měřící doby, byla data stažena do počítače, kde za pomoci programu PolarProTrainer byla vyhodnocována. Zjišťovalo se, zda měření probíhalo kontinuálně, jaké byly časy výpadků měřícího zařízení, co bylo jejich příčinou a následně celkové zhodnocení naměřených dat. Obojek GPS, který byl po celý čas měřený připevněn na krku psa, se obešel bez nutnosti fyzické kontroly funkčnosti. Správnost zaznamenávání údajů byla prováděna a kontrolována za pomoci vysílačky, kterou měl u sebe člen týmu. Pro možnost identifikace a zpracování hodnot naměřených při pobytu v kotci, odpočinkově fázi po aktivitě, bylo měření nahráváno a archivováno pomocí souvislých videozáznamů.

4 Výsledky

Na základě pilotního měření byly zrealizované tři případové studie určené k ověření monitorování intenzity tělesného zatížení psa domácího při voluntárních aktivitách, kondičním tréninku, případně při závodech ve sportovní kynologii.

1. Případová studie - zaznamenávání srdeční frekvence

Při měření srdeční frekvence zařízením Polar s postrojem, se narazilo na řadu komplikací. První z nich se ukázala být hustota srsti. U fen s hustší srstí neměly elektrody přímý kontakt s kůží a tak bylo nutné v místě styku vyholit srst. Jde však o zásah do vzhledu zvířete, proto se otestovalo řádně rozhrnout srst a gel vpravit až na kůži.

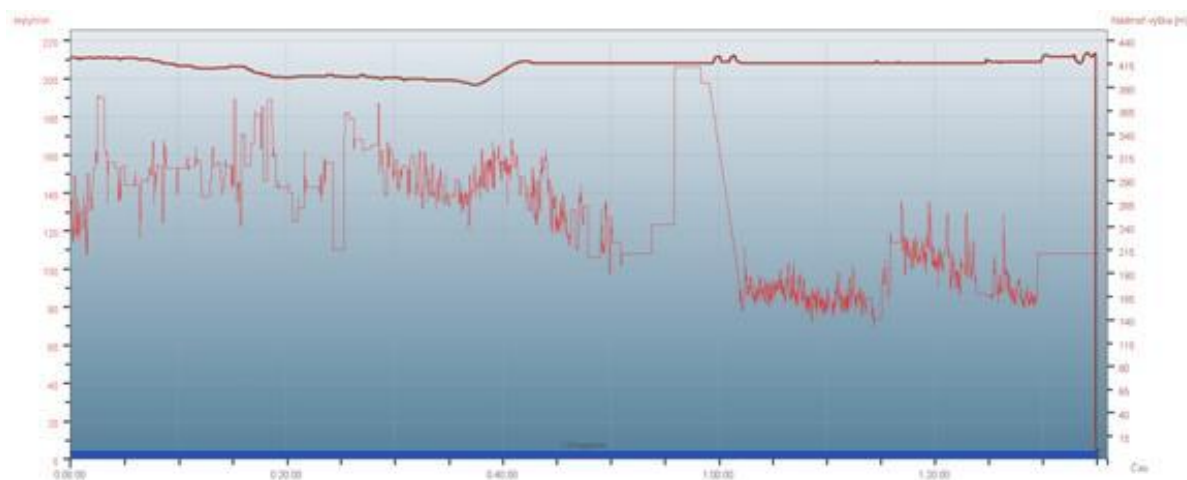
Další komplikací je výrazný rozdíl v anatomické stavbě hrudního koše psa a člověka. Lidský hrudník je plošší a hrudní snímač je umístěn pod prsy na středu osy hrudníku. Hrudník psa je velmi prostorný, hluboký a široký, oválného tvaru. Nejnižší bod hrudního koše dosahuje alespoň k lokti. Postroj je navržen tak, že hrudní snímač sporttesteru sedí na středu hrudního koše v oblasti hrudní kosti, aby se elektrody dotýkaly levé i pravé strany psa na stejných místech. Tato pozice elektrod se ukázala být vhodná při volném pohybu psa. Hrudní pás musí být zajištěn, aby při běhu psa nedocházelo k samovolnému pohybu přístroje. Po aktivitě, kdy byla fena zavedena zpět do kotce, kde si lehla, vyvinula tlak na hrudní snímač, to způsobilo odstup elektrod od těla, a tak docházelo k výpadkům přenosu dat do hodinek sporttesteru. Na základě tohoto zjištění se vyzkoušelo přístroj nasadit bez postroje a zároveň se hrudní pás otočil tak, že jeho střed byl na boční stranu hrudníku. V tomto případě byl záznam pořizován pouze jednou stranou elektrod. Tímto uchycením byla doba zaznamenávání dat delší a kontinuální. Takto umístěný Polar se ukázal být účinným řešením pro měření v omezeném prostoru pohybu psa. Změna polohy Polarů se testovalo také v nasazeném postroji, i přesto, že se prodloužila doba, po kterou zařízení zaznamenávalo data, stále docházelo k výpadkům, důvodem byla pravděpodobně v rozlišnosti tělesné stavbě fen. Celý postroj se tak nasazoval, pro měření SF při pohybové aktivitě (např. aport, běh). Během měření bylo nutné kontrolovat i stav elektrod, a zda nepotřebují promazat.

Dalším zjištěním byly komplikace způsobené klimatickými podmínkami. Ovzduší s nižší teplotou okolního vzduchu a vyšší vlhkostí lze brát jako vhodné prostředí pro měření tepové frekvence. V suchém a teplém ovzduší dochází k rychlejšímu vysychání gelu, což vede častějším výpadkům při měření a záznamu tepové frekvence. Polar zaznamenává data po vteřině, což přesněji vystihuje aktuální stav zvířete. Vteřinový záznam je nepostradatelný pro

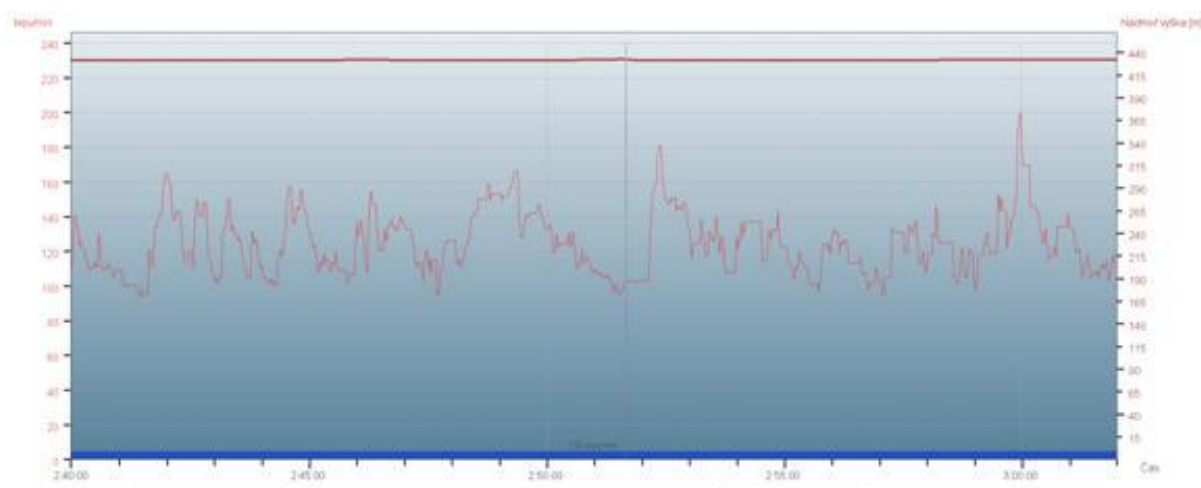
záznam tepové frekvence při sportovních aktivitách, kdy pes nárazově podává velký výkon. Na paměti je nutné mít, že zvýšené hodnoty srdeční frekvence mohou být způsobené emocionálním podnětem.

Níže jsou zobrazené dva grafy. Na grafu č. 1 jsou data srdeční frekvence zobrazující výpadky v přenosu signálu z elektrod do sporttesteru, při fyzické aktivitě (běh). Graf č. 2 je záznam tepové frekvence bez výpadků, který byl naměřen v kotci zobrazující změny v srdeční frekvenci způsobené psychickou zátěží (štěkot, stres).

Graf. 1 – Výpadky v záznamu srdeční frekvence



Graf. 2 -Kontinuální záznam srdeční frekvence



Zde na obr. 10 je pro představu vytvořena mapa z dat GPS, na které je velký a malý okruh, který se fenami běžel. Tyto trasy feny dobře znají, tyto okruhy s nimi chodí psodv při venčení.



Obr. 10 – Trasy okruhů

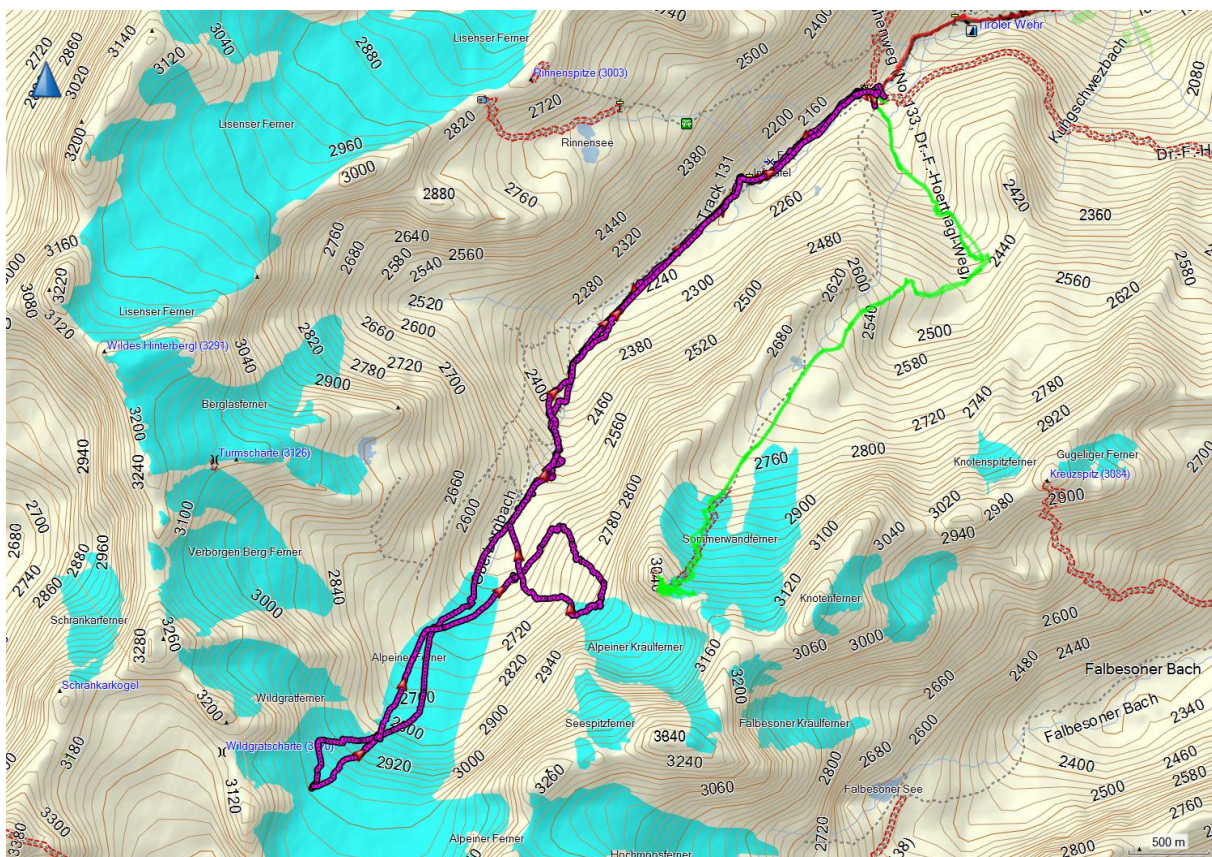
Měření srdeční frekvence s využitím sporttesteru Polar RS800 se ve sportovní kynologii bude potýkat s výše uvedenými komplikacemi, které způsobí výpadky v měření, díky nimž není možné zpětně kontrolovat výkon psa a dostat tak spolehlivou zpětnou vazbu na trénink. Při psích sportech mají na sobě psi vlastní pracovní postroj. V canicrossu jde o postroj stejného typu, jako mají psi určené pro psí spřežení. Pro jedince by tak bylo nepříjemné mít na sobě postroje dva. Je zde také možnost, že by Polar mohl psa odírat a tím způsobit poranění.

2. Případová studie - zaznamenávání pohybu systémem GPS

Měření za pomoci GPS probíhalo bez komplikací a dle očekávání, spolehlivě. Jedinou překážkou je překrývání tras zaznamenaných přístrojem, což komplikovalo dekódování záznamů. Garmin Astro je vhodný pro zaznamenávání pohybu psa v terénu, ale není vhodný pro mapování pohybu psa v kotci. Jedním z důvodů je časový interval záznamu, který probíhá po pěti vteřinách, druhým důvodem je situace, kdy záznam zobrazuje psa jako nehybného, to se děje ve chvíli, kdy pes obíhá kotec a navrácí se do původní polohy.

Tato studie byla měřena při skialpinismu v Rakousku, Stubai. Pohyb byl monitorován na psu plemene československý vlčák jménem Yahoo, kterému je 5.4 let. Je využíván jako pracovní pes u Horské záchranné služby. Pohyboval se po typech terénu, jako je udusaná sněhová cesta a prašan. Tepovou frekvenci nebylo možné měřit z důvodu venkovních nízkých teplot, pes by mohl po nanesení gelu na tělo prochladnout.

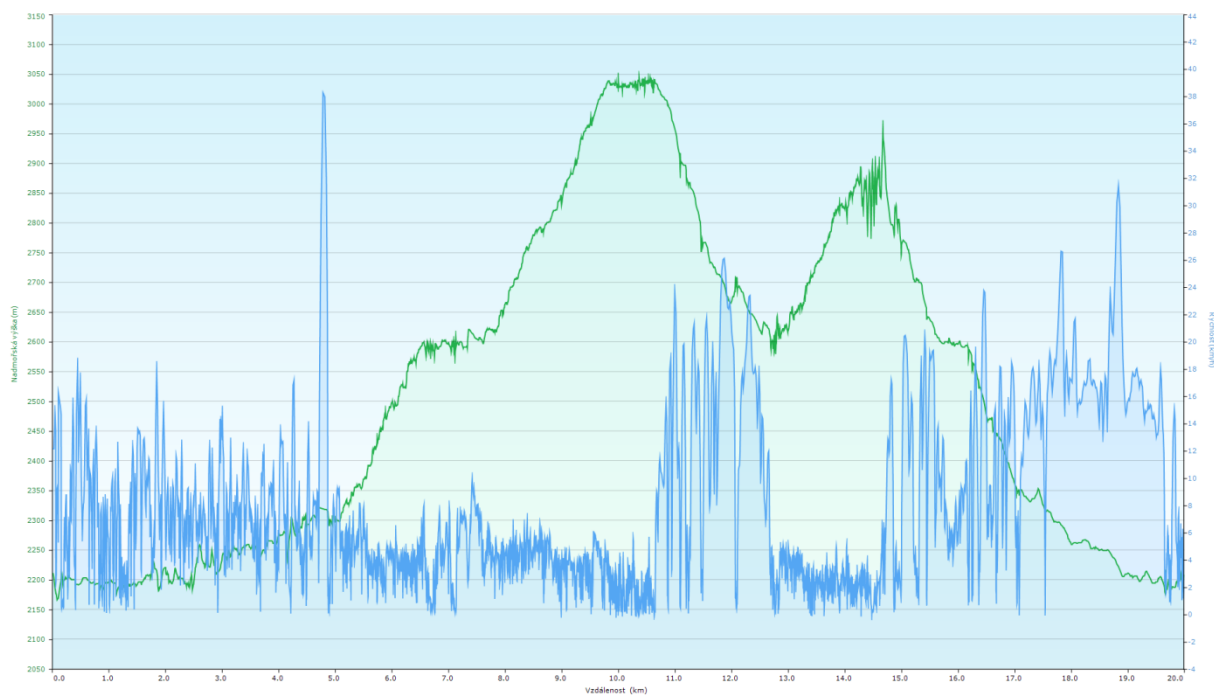
Pomocí GPS bylo možné zaznamenat, kolik kilometrů celkem Yahoo nachodil za 4 dny, jaké překonal převýšení, jakou rychlostí se pohyboval. Jak již bylo zmíněno v kapitole 3.2 Monitorování pohybu psa za pomoci systému GPS, přijímač Astro320 je schopen na svém displeji zobrazit pozici psů a psa na podrobnou turistickou mapu. Tento přijímač také umožňuje stažení dat do počítače, zobrazení a rozlišení jednotlivých tras (viz. obr. 8).



Obr. 8 – Detail trasy psa Yahoo

Z údajů GPS byl zpracován graf (viz, graf 4), který zobrazuje převýšení a rychlost psa Yahoo. Zelená křivka znázorňuje převýšení a modrá rychlost. Je zde přehledně vidět, jak se mění rychlost, jakou se pes pohybuje, ve chvíli kdy se zvyšuje úroveň terénu a naopak když klesá.

Graf. 4 – Rychlost a převýšení dosažené psem Yahoo



Ze všech dat, která se systém GPS nasbírala, bylo možné zpracovat vyhodnocení pohybové aktivity psa (viz. tab. 2).

Tab. 2 – Vyhodnocení pohybové aktivity

Den	I	II	III.	IV	Celkem
Popis	výstup na chatu	1. okruh	2. okruh	Sestup z chaty	
Délka pohybu (km)	12.9	17.3	20.0	8.2	58.4
Rychlost pohybu (km/hod)					
Průměr	3.6	3.5	3.0	8.0	3.6
Průměr bez zastávek	4.5	5.0	5.0	11.0	5.37
Minimum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Maximum	37.0	34.0	43.0	48.0	48.0
Čas pohybu (hod)					
Pohyb	2:53:21	3:30:41	3:43:20	0:44:34	10:51:56
Zastávky	0:39:44	1:27:21	2:58:10	0:17:21	5:22:36
Celkem	3:33:05	4:58:02	6:41:30	1:01:55	16:14:32
Nadmořská výška (m)					
Minimální	1484	2181	2166	1481	1481
Maximální	2213	3040	3045	2212	3045
Převýšení	729	859	879	-731	2467*

Z výše uvedených dat je možné zjistit, jakou zátěž je pes zvládl a možné tak do budoucna sledovat zda se výkon zhoršil či naopak zlepšil

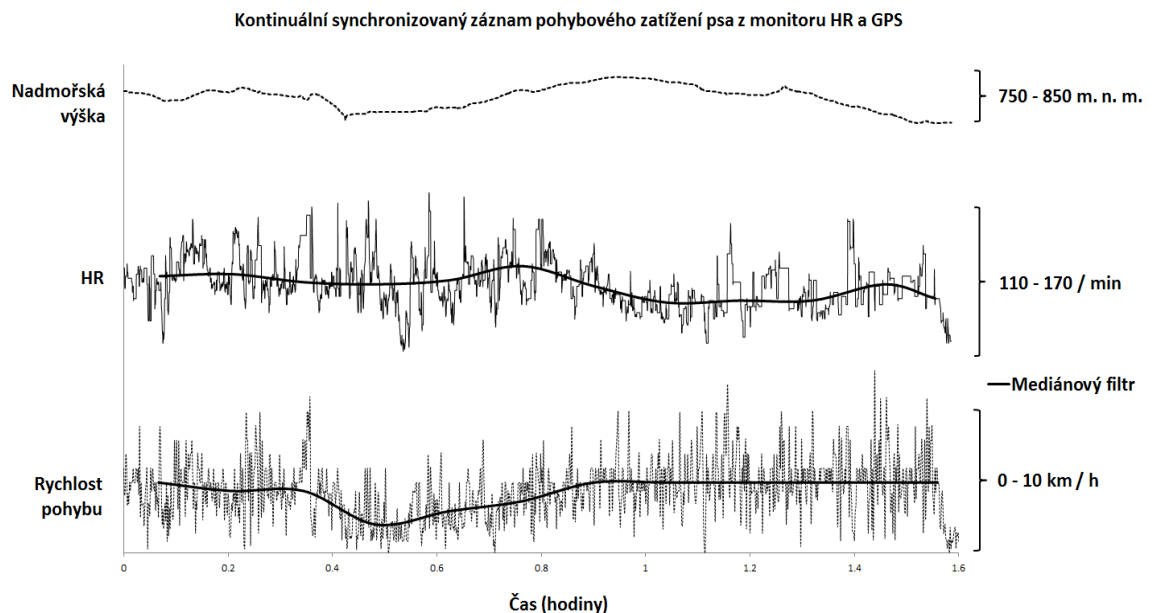
Tato metoda je vhodná pro využití ve sportovní kynologii například v tréninku a závodech kategorie LONG (60-75 km) psích spřežení, dogtrekkingu aj.

3. Případová studie – Propojení GPS a HRV

Data byla měřena ve volném terénu Jizerských hor. Měřený pes je plemene německý ovčák, věk 6.3 roku. Šlo o měření venčení s prvky poslušnosti.

Synchronizace dat GPS a srdeční frekvence je komplikována různou frekvencí snímání záznamů. Polar RS800 snímá srdeční frekvenci jednou za sekundu, kdežto GPS jednou za 5 sekund. Pro budoucí využití je nutné zajistit snímání srdeční frekvence bez výpadků a zjistit zda jde zajistit mapování GPS polohy po jedné sekundě. V grafu č. 5 je zobrazena synchronizace dat.

Graf 5. – Synchronizovaná data



5 Diskuze

Mnoho studií se zabývá fyziologickými ukazateli reakcí organismu zvířat na stres, jeho zvládání a měření jejich welfare. Tato práce se však zabývá možnostmi měření intenzity zatížení organismu vlivem zátěžové aktivity. Borell et al. 2007 ve své studii se zaměřením na stres a welfare hospodářských zvířat jako první otestoval Polar 810i, který má dlouhou prodlevu při zaznamenávání dat. Doba prodlevy intervalu záznamu dat je až 15 vteřin. Pro cíle naší práce je nutné, aby sporttester snímal srdeční frekvenci v intervalech po jedné vteřině, což přesněji vystihuje aktuální fyzický stav zvířete. Z tohoto důvodu byl, pro měření srdeční frekvence použit Polar vyšší řady s označením RS800. Při sportovních aktivitách, kdy pes podává nárazově velký výkon, je vteřinový záznam nepostradatelný pro zhodnocení srdeční frekvence, která se mění z minuty na minutu (Dovalil, 2002; Dylevský, 2010; Zahradník et al. 2012).

Pro přesnější zaznamenání intenzity zatížení psa je nutné kromě snímání SF během aktivity zaznamenat také rychlost a členitost terénu, kterým se pes pohybuje, s využitím technologie GPS. V této práci byl použit systém GPS, který je ověřen horskou službou pro mapování pohybu služebního psa v nepřehledném terénu. Na základě synchronizace dat z přístroje Polar a GPS je možné sestavit vzorový tréninkový plán pro psa vykonávajícího voluntární činnost ve sportovní kynologii.

Sporttesteru Polar RS800 není možné využít v chladném ovzduší. Elektrody na těle psa musí být potřeny vodivým gelem, což se shoduje s tvrzením Jonckheere-Sheehy (2012), Essner (2013,2015) v nízkých teplotách by mohlo způsobit prochladnutí měřeného jedince. Z toho důvodu není možné využít snímání srdeční frekvenci u psů, kteří se věnují například sportu skijöring (zapřažení psa před běžkařem).

Po prozkoumání dostupné vědecké literatury, nebyly nalezeny žádné studie, které by se zabývaly problematikou monitorování srdeční frekvence psa ve sportovní kynologii.

6 Závěr

Hlavním cílem práce bylo zjistit možnosti monitorování tělesného zatížení psa domácího při vybraných činnostech ve sportovní kynologii. V spojitosti s cílem bylo zapotřebí zorientovat se v problematice týkající se fyziologie psa domácího se zaměřením na oběhovou a dýchací soustavu. Nasbírat informace o současných možnostech monitorování srdeční frekvence a monitorování pohybu psa domácího.

Na počátku výzkumu bylo provedeno pilotní měření, při němž bylo využito zařízení Polar RS800 společně se systémem GPS. Během pilotního měření byly odhaleny nedostatky, které bylo třeba pro pozdější potřeby případových studií dořešit, aby bylo možné realizovat bezchybný sběr dat. Mezi tyto nedostatky spadalo: vhodné uchycení pásu na hrudník psa, časový horizont, ve kterém je potřeba elektrody pravidelně promazávat gelem, aj.

I přes snahu a poupravení postroje a měřícího zařízení PolarRS 800, nebylo možné pořídit kontinuální záznam srdeční frekvence, jak je popisováno v první případové studii. Kdy kvůli výpadkům ve snímání, bylo nutné provádět často kontrolu správnosti nasazení postroje, trvanlivosti gelu, aj.

Druhá studie zaměřená na funkci systému GPS, probíhala bez komplikací a větší nutnosti kontroly zařízení. Funkci GPS systému lze tedy využít pro objektivní posouzení a zhodnocení výkonu i zátěže psa v závislosti na zmapované trase, kterou jedinec absolvoval.

Třetí studie byla založena na synchronizaci obou systémů, kdy byly odhaleny nedostatky týkající se různé frekvence snímání záznamů. Pro možnosti budoucího měření je nutné zajistit synchronizaci zařízení hned při zahájení měření.

Vzhledem k velkému potenciálu, který skýtá měření fyziologických hodnot v závislosti na zatížení, bude výzkum zaměřen na využití odlišných technologií. Pomůckou, které by mělo být využito a v současné době je k dostání i na českém trhu, by měl být obojek Voyce. Tento obojek by měl zaznamenávat jak dechovou, tak srdeční aktivitu, pořízené záznamy by měly být kontinuální a zároveň by neměl omezovat jedince v pohybu. Tento obojek by měl být též jednodušší z hlediska obslužnosti psovodem.

7 Citovaná literatura

Anon., Garmin Astro 320+DC50 GPS pro psy [online]. [cit. 2015-02-05]. Dostupné z <<http://www.elovec.cz/garmin-astro-320-dc50-gps-pro-psy>>.

Anon., Zotavení a regenerace po výkonu I. [online]. [cit. 2015-04-03]. Dostupné z <<http://cyklotrenink.com/clanky/zotaveni-a-regenerace-po-vykonu-i>>.

Anon., Adaptace fyziologických změn na zátěž. [online]. [cit. 2014-01-03]. Dostupné z <<http://www.sport-lav.cz/products/adaptace-fyziologicky-funkci-na-zatez/>>.

Anon., RS 800 standard [online]. [cit. 2015-01-30]. Dostupné z <<http://www.polarcz.cz/view.php?Page=Detail&Zbozi=29411&Produkt=Polar-RS-800-standard-dopodej-predvadicich-vzorku-rs800demo-RS>>.

Anon., Canicross [online]. Sportovní klub československého vlčáka. 2014. [cit. 2014-10-25]. Dostupné z <<http://www.sk-csv.wbs.cz/Canicross.html>>.

Anon., Canicross [online]. Sportovní klub československého vlčáka. 2014. [cit. 2014-10-25]. Dostupné z <<http://www.sk-csv.wbs.cz/Dogtrekking.html>>.

Billman, G. E. 2011. Heart Rate variability – A Historical perspective. *Frontiers in physiology*. 86 (2). 1-9.

Borrel von, E, Langbein, J., Després, G., Hansen, S., Leterrier, Ch., Marchand-Forde, J., Marchant-Forde, R., Miinero, M., Mohr, E., Prunier, A., Valance, D., Veissier., I. 2007. Heart rate variability as a measure of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm animals – A review. *Physiology and Behavior*. 92. 239-216.

Cipro, Š. Než vyrazíte na závody [online]. Běhej se psem. 16. Června 2013. [cit. 2014-10-30]. Dostupné z <<http://www.behejsepssem.cz/index.php/18-titulka/164-nez-vyrazite-na-zavody>>.

Černý, H. 2004. Veterinární anatomie pro studium a praxi. Noviko a.s. Brno. 8 s. ISBN 808654205X.

- Dovalil, J. 2002. Výkon a trénink ve sportu. Olympia. 49-59 s. Praha. ISBN 8070337605.
- Dylevský, I. 2009. Funkční anatomie. Grada Publishing a.s. Praha. 3 s. ISBN 8024732408.
- Eldredge, Debra, M., Carlson, Lisa, D., Carlson, Delbert, G., Giffin, James, M. (2000). Dog owners manual. Dog Owner's Home Veterinary Handbook. Howell book house. 624 s. ISBN 0470067853.
- Esner, A., Sjöstrom, R., Ahlgren, E., Lindmark, B. 2013. Validity and reliability of Polar® RS800CX heart rate monitor, measuring heart rate in dogs during standing position and at trot on a treadmill. *Physiology & Behavior*.114-115. 1-5.
- Esner, A., Sjöstrom, R., Ahlgren, E., Gustas, P., Hughes-Edge, L., Zetterberg, L., Hellström, K. 2015. Comparison of Polar®RS800CX heart rate monitor and electrocardiogram for measuring inter-beat intervals in healthy dogs. *Physiology & Behavior*.138. 247-253
- Gillette, L. R. Conditioning and training in the canine athlete [online]. [cit. 2014-12-02]. Dostupné z <http://www.phenix-veterinaire.com/download/file1690_article80.pdf>.
- Gillette, L. R. 2007. Optimizing performance and preventing injuries of the canine sprint athlete. College of Veterinary Medicine. Auburn University. 1324-1326
- Haman, P. Analýza kmitů a vln [online]. [cit. 2015-02-06]. Dostupné z <<http://ekg.kvalitne.cz/popis5.htm>>.
- Hill, R. C. 1998. The nutritional requirements of exercising dogs. *J. Nutr.* 128. (12).
- Hošek, M., Vágenknechtová, M. Využití psů [online]. Mendelova univerzita v Brně. 7. Února 2013. [cit. 2014-10-5]. Dostupné z <http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/stranka.php?kod=81>.
- Howard, E. 2013. Miller's anatomy of the dog. Saunders. 10 p. ISBN 1437708129.

Hynyady, K. Anesthesia cheat sheet [online]. University of Wisconsin. [cit. 2015-03-013]. Dostupné z <http://www.vetmed.wisc.edu/data/4th_year/Anesthesia_Cheat_Sheet.pdf>.

Jacobs, J. 2005. Performance Dog Nutrition: Optimaze Performance With Nutrition. Dogwise publishing. 3 p. ISBN 0975963406.

Jonckheer-Sheehy, V., Vinke, C., Ortolani, A. 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: Clinical applications and research. 7.(4). 205-212.

Kautzner, J., Malik, M. 1998. Variabilita srdečního rytmu a její klinická použitelnost, I. část. Cor Vasa, 40. (4). 182-187

Kautzner J., Malik M. 1998. Variabilita srdečního rytmu a její klinická použitelnost, II. část. Cor Vasa, 40. (5). 244-251

Kottová, A. Mushing [online]. Aussies world. 2013.[cit. 2015-01-02]. Dostupné z <<http://www.aussiesworld.cz/index.php/sport/mushing>>.

König, H. E., Liebich H. G. 2002. Anatomie domácích cicavců 2. Hájek&Hájková.15 s. Bratislava. ISBN 8088700574.

Kučera, M., Dylevský, I. 1999. Sportovní medicína. 1. vyd. Grada. 3 s. Praha. ISBN 8071697257.

Malik M. 1996. Heart rate variability. Standards of measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use. Circulation. 93. s. 1043-1065.

Manzo, A., Ootaki, Y., Ootaki, C., Kamohara, K., Fukumachi, K. 2009. Comparative study of heart rate variability between healthy human subjects and healthy dogs, rabbits and calves. Laboratory animals. 43. (1). 41-45

Marcellin-Little, J. D., Levine, D., Taylor, R. 2005. Rehabilitation and Conditioning of Sporting Dogs. Veterinary Clinics of North America: Small animal practice. 35. (6).

Najbrt. 1982. Veterinární anatomie. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 10 s.

Naylor, M. J., Carr, P. A., Walker, E. R. Canine Cardiology: A multimedia guide to cardiac auscultation [online]. Vet Visions. 2009. [cit. 2014-10-26]. Dostupné z <<http://www.vetvisions.com/>>.

Nolan, R. Heart Rate variability [online]. [cit. 2014-10-9]. Dostupné z <<http://www.thoughttechnology.com/pdf/CardioProFinal.pdf>>.

Pečená, L. 2000. Sport psích spřežení od A do Z (příručka mushera). Sobotáles. Praha. 9 s. ISBN 8085920638.

Paleček, F. Patofyziologie dýchání. Vyd. 1. 312 s. Praha: Avicenum, 1987.

Reece, W. O. 2011. Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat, druhé, rozšířené vydání. Grada Publishing, a.s. Praha. 6 s. ISBN 9788024732824.

Reed, M., Robertson, C., Addison, P. 2005. Heart rate variability measurements and the prediction of ventricular arrhythmias. OJM. 98. (2).

Rodgers, R. A. 2011. Tracking animals with GPS: The first 10 years. Tracking Animals with GPS. An international conference held at the Macaulay land use research institute Aberdeen. 2 p. ISBN 0708406432

Roostertail. Canicross [online]. Hound Dogs dRule. 28.duben 2014. [cit. 2014-11-1]. Dostupné z <<http://hounddogsdrule.com/k9-classroom/canicross/>>.

Siegwart, B., Gehr, P., Gil, J. 1971. Morphometric estimation of pulmonary diffusion capacity: IV. The normal dog lung. Respiration physiology. 13.(2). 141–159

Steiss, E. J. 2002. Muscle Disorders and Rehabilitation in Canine Athletes. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice. 32. (1). 267-285

Svoboda, M., Senior F., D., Doubek, J., Klimeš, J. 2001. Nemoci psa a kočky, svazek. II. Česká asociace veterinárních lékařů malých zvířat. Brno. 12 s. ISBN 8090259529.

Terlep, T. 2002. Nutrition and Care of the Sporting Dog - Conditioning the field trial dog. 73-76 s.

Williams, KR. 1987. Biomechanics of running. In Randolph KB (ed): Exercise and Sport Sciences Review. Baltimore: Williams & Wilkins.

Zahradník, D., Korvas, P. 2012. Základy sportovního tréninku. Masarykova univerzita. 3 s. Brno. ISBN 9788021058903.

8 Slovník pojmů

Amplituda	intenzita oscilací
Artefakt	lidský výtvar, vyrobený vzorek
Endokard	srdeční nitroblána
Fitness	celková zdatnost
Interface	součást v zařízení, program nebo formát zajišťující správnou komunikaci a přenos dat mezi jinými zařízeními nebo programy
Myokard	srdeční svalovina
Perikard	osrdečník
Wearlink	snímač tepové frekvence na hrudním pásu

9 Přílohy

Obr. 1 – Postroj, vodítko s amortizérem, běžecký pás



Obr. 3 – Garmin Astro 320 + DC50 GPS pro psy (www.elovec.cz)



Obr. 4 – Postroj k měření



Obr. 5 – Postroj s viditelně uchyceným sporttesterem



Obr. 6 – Postroj – pohled zpredu



Obr. 7 – Postroj – v pohybu



Obr. 9 – obojek Voyce



zdroj: <http://mydogsvoyce.com/>