



Zdravotně
sociální fakulta
Faculty of Health
and Social Sciences

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Porovnání hodnot krevních obrazů u zvířat-pes, kočka

Bakalářská práce

Studijní program:

SPECIALIZACE VE ZDRAVOTNICTVÍ

Autor: Petra Majorová

Vedoucí práce: Mgr. Pavla Moudrá

České Budějovice 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci s názvem Porovnání hodnot krevních obrazů u zvířat – pes, kočka jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to – v nezkrácené podobě – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných fakultou – elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 11.8.2019

.....

Petra Majorová

Poděkování

Děkuji paní Mgr. Pavle Moudré za vedení mé bakalářské práce, za její pomoc, ochotu a trpělivost. Dále paní MVDr. Ludmile Petráňové Stropnické za cenné rady a poznatky. Další poděkování patří laborantkám hematologického úseku v laboratoři Synlab s.r.o. za ochotu a pomoc při metodické části. A nakonec bych tímto chtěla poděkovat těm nejbližším, mé rodině a příteli za trpělivost a psychickou podporu.

Porovnání hodnot krevních obrazů u zvířat-pes, kočka

Abstrakt

Krevní obraz je jedním z nejdůležitějších a nejčastějších hematologických vyšetření. Je důležitý pro správné určení diagnózy a kontrolu účinnosti léčby. K vyšetření krevního obrazu je využívána nesrážlivá krev s antikoagulantem K3EDTA nebo K2EDTA (draselná sůl kyseliny ethylendiamintetraoctové). Důležité je také dodržení správného poměru antikoagulantu a odebrané krve.

Vyšetření krevního obrazu se netýká jen pacientů z řad lidí, ale i mnoha druhů zvířat, nejčastěji psů a koček. Ke správnému zhodnocení získaných výsledků je nutné znát referenční meze příslušného druhu, případně rozdělené dle pohlaví, věku či rasy. Cílem této práce je zhodnocení rozdílnosti v základních hodnotách krevního obrazu (množství erytrocytů, množství hemoglobinu, hodnoty hematokritu, množství leukocytů, množství trombocytů) mezi vzorky získanými od psů a vzorky získanými od koček. Celkem 500 vzorků (250 psích, 250 kočičích) bylo změřeno na analyzátoru Sysmex XN 1000 v laboratoři Synlab czech, s.r.o., České Budějovice dle postupů správné laboratorní praxe. Zvířecí pacienti jsou vybíráni bez ohledu na diagnózu, rasu, pohlaví.

Naměřené výsledky jsou zhodnoceny parametrickou metodou, vždy je vypočten korelační koeficient. Tento korelační koeficient se v případě všech pěti sledovaných parametrů blížil k hodnotě 1. To znamená, že jednotlivé parametry psů a koček jsou mezi druhy srovnatelné bez ohledu na věk. Výsledky psů i koček se ve většině případů vymykají hodnotám referenčních mezí daným konkrétnímu druhu zvířete. Lze předpokládat, že důvodem vysokých hodnot je skutečnost, že byly použity převážně vzorky nemocných zvířat.

Klíčová slova

krevní obraz; pes; kočka; Sysmex XN 1000; referenční meze

Comparison of values of blood images of animals-dog, cat

Abstract

Blood count is one of the most important and most frequent haematological examinations. It is important for proper diagnosis and control of treatment effectiveness. Non-coagulated blood with the anticoagulant K3EDTA or K2EDTA (ethylenediaminetetraacetic acid potassium salt) is used to examine the blood count. It is also important to maintain the correct ratio of anticoagulant and blood collected.

Examination of blood counts is not related only to human patients, but also to many species of animals, most often dogs and cats. In order to evaluate the results correctly, it is necessary to know the reference limits of the respective species, possibly divided by sex, age or breed. The aim of this study is to evaluate differences in baseline blood counts (amount of erythrocyte, amount of hemoglobin, value of hematocrit, amount of leukocyte, amount of platelet) between samples obtained from dogs and from cats. A total of 500 samples (250 canine, 250 cat) was measured on a Sysmex XN 1000 analyzer in Synlab czech, s.r.o., Ceske Budejovice according to proper laboratory practice procedures. Animal patients are selected regardless of diagnosis, breed and sex.

The measured results are evaluated by the parametric method, the correlation coefficient is always calculated. This correlation coefficient was close to 1 for all five monitored parameters. This means that the individual parameters of dogs and cats are comparable between species regardless of age. Results of dogs and cats in most cases exceed the values of reference limits given to a specific species of animal. It can be assumed that the reason for the high values is that samples of diseased animals were predominantly used.

Keywords

blood count; dog; cat; Sysmex XN 1000; reference limits

Obsah

1	Krev	10
1.1	Vlastnosti.....	10
1.2	Funkce	11
2	Krevní buňky	11
2.1	Červené krvinky (erytrocyty).....	11
2.1.1	Hemoglobin	12
2.1.1.1	Koncentrace hemoglobinu	12
2.1.2	Hematokrit	13
2.1.3	Základní parametry červených krvinek	13
2.1.3.1	MCV.....	13
2.1.3.2	MCH.....	13
2.1.3.3	MCHC	14
2.1.3.4	RDW	14
2.2	Bílé krvinky (leukocyty)	14
2.2.1	Granulocyty	14
2.2.1.1	Neutrofilý	15
2.2.1.2	Eozinofily	16
2.2.1.3	Bazofily	16
2.2.2	Agranulocyty	17
2.2.2.1	Monocyty	17
2.2.2.2	Lymfocyty	17
2.3	Krevní destičky (trombocyty)	18
3	Krevní plazma.....	19
4	Pes periferní krev	19
4.1	Erytrocyty.....	19
4.2	Leukocyty.....	20
4.3	Trombocyty.....	20
5	Kočka periferní krev	21
5.1	Erytrocyty.....	21
5.2	Leukocyty.....	21
5.3	Trombocyty.....	21
6	Stanovení množství.....	22

7	Parametry krevního obrazu a jejich kvantitativní odchylky	23
7.1	Počet erytrocytů	23
7.1.1	Oligocytemie (erythrocytopenie)	23
7.1.2	Polycytemie (erythrocytemie, erythrocytóza).....	24
7.2	Hemoglobin.....	24
7.3	Hematokrit.....	24
7.4	Základní hodnoty erytrocytu	25
7.4.1	MCV-střední objem erytrocytu.....	25
7.4.2	MCH-hemoglobin erytrocytu a MCHC-střední koncentrace hemoglobinu v erythrocytech	25
7.4.3	RDW-šíře distribuce erytrocytů.....	25
7.5	Počet leukocytů	26
7.5.1	Leukopenie.....	26
7.5.2	Leukocytóza.....	26
7.6	Počet trombocytů	27
7.6.1	Trombocytopenie	27
7.6.2	Trombocytóza	27
8	Vyšetření krevního obrazu.....	28
9	Laboratorní vyšetření	29
9.1	Účel laboratorního vyšetření	29
9.2	Kvalita (jakost) laboratorního vyšetření.....	30
9.3	Kritéria hodnot laboratorního vyšetření	30
9.4	Fáze laboratorního vyšetření	31
9.5	Referenční hodnoty	32
9.5.1	Hematologické referenční hodnoty.....	33
9.6	Vlastnosti laboratorní metody z hlediska klinického	34
9.7	Hematologické vyšetření.....	34
9.7.1	Základní hematologické indikace	34
9.7.2	Hematologické postupy	36
9.7.3	Vyšetření obvodové krve	36
9.7.4	Preanalytická fáze	36
9.7.5	Zkumavky pro odběr vzorků.....	38
9.8	Druhy vyšetřovaných vzorků	38
9.9	Žádanka	39

9.10	EDTA	40
9.11	Míchání krve.....	41
9.12	Příčiny odchylek.....	41
10	Cíle práce a hypotézy.....	44
11	Metodika	45
12	Výsledky a diskuze	47
13	Závěr	56
14	Zdroje.....	57
15	Seznam obrázků.....	63
16	Seznam tabulek	64
17	Seznam zkratek	65
18	Přílohy.....	67

ÚVOD

Hematologie patří mezi základní medicínské vědní obory. Název hematologie byl odvozen z řeckých slov haima-krev a logos-rozmluva, slovo. Krev jako jediný orgán přichází do styku skoro se všemi tkáněmi těla. Původně to byl malý podbor, který stavěl na morfologických popisech abnormalit krevních buněk a klinickém pozorování. Postupně se tento obor začal prohlubovat např. ve znalostech změn krve, vzniku různých onemocnění a ve znalostech krvetvorných orgánů. Z hematologie se stal obor interdisciplinární.

Hematologie se zabývá se tvorbou krve, jejím složením a také chorobnými změnami. Krev plní v organismu mnoho důležitých funkcí, proto její vyšetření patří mezi základní kroky v humánní i veterinární diagnostice. Mezi základní laboratorní vyšetření krve, které se provádí velmi často, patří stanovení krevního obrazu.

V rámci vyšetření krevního obrazu se stanovují především následující parametry: počtu leukocytů, počtu erytrocytů, množství hematokritu, množství hemoglobinu, erytrocytární indexy (MCV, MCH, MCHC), počtu trombocytů.

Většina veterinárních ordinací je zařízena natolik, aby mohla provádět vyšetření krevního obrazu ihned. Ty ordinace, které nejsou dostatečně vybavené, odeberou vzorky a posílají je do laboratoře. V laboratoři se provede vyšetření, které je požadováno vyšetřujícím lékařem. Výsledky vyšetření se zasílají zpět k lékaři elektronickou formou nebo formou výtisku, v případě, kdy elektronická forma není možná.

Vyšetření krevního obrazu napomáhá při diagnostice onemocnění u psů a koček.

TEORETICKÁ ČÁST

1 Krev

Krev je jedna z nedůležitějších složek v těle. Je to tekutina, která koluje v krevních cévách (tepnách, kapilárách, žilách). Bez krve by nebylo možné fungování tělních orgánů a soustav. V odborné literatuře je krev označována také sanguis (latinsky), haima (řecky). Krev bývá označována také jako tekutá tkáň. Hlavními dvěma složkami krve jsou plazma a krevní buňky (Reece et al., 1998).

1.1 Vlastnosti

Dle Reece, 2011 přibližně 7-10 % objemu celkové tělesné hmotnosti tvoří krev. U většiny druhů savců objem krve tvoří 7,1-7,6 % z tělesné hmotnosti (Jelínek et al., 2003). Má sedimentační schopnost, tj. při stání krve dochází k usazování buněk (Reece et al., 1998). V játrech, slezině a kůži může být uloženo až 50 % z celkového krevního objemu, která slouží jako rezerva. Zbylých 50 % koluje v krevním řečišti. Při ztrátě objemu krve o více jako 50 % dochází k selhání krevního oběhu (Jelínek, 2003).

Savci mají osmotický tlak krve 680 kPa v koncentraci 0,95 % NaCl. Na změny osmotického tlaku je každé zvíře jinak citlivé. PH krve se u většiny zvířat pohybuje okolo 7,4. Koncentrace CO₂ ovlivňuje hodnotu pH. V případě, že venózní krev má pH 7,4, je hodnota pH arteriální krve přibližně 7,36 (Reece, 2011). V krvi se nacházejí tzv. pufry, které vyrovnávají hodnotu pH. Tělo má určitý sklon k acidóze, a proto se toto pH musí neustále vyrovnávat. Mezi pufry patří např. hemoglobin, bílkoviny krevní plazmy, hydrogenuhličitan sodný. Pomocí pH krve a jiných parametrů jako je např. standardní bikarbonát v plazmě hodnotíme acidobazickou rovnováhu v žilní krvi (Jelínek et al., 2003).

Barva krve závisí na nasycení krve kyslíkem. Barvu krve ovlivňují červené krvinky, jejichž součástí je hemoglobin neboli krevní barvivo. Nejčastěji má barvu červenou, mohou jí ovlivnit i jednotlivé plyny, které se nacházejí v krvi. V závislosti nasycení hemoglobinu kyslíkem je barva krve, buďto intenzivně červená, při vyšší saturaci kyslíkem nebo fialovomodrá při nižší saturaci (Reece, 2011). Krevní proteiny a krvinky ovlivňují vazkost krve, která je o 4 - 5x vyšší než vody. Teplota krve je zpravidla vyšší, než tělesná teplota konečníku (Sova et al., 1990).

Množství krve podle živé hmotnosti u psa je 75-90 ml/kg a u kočky je to 60-70 ml/kg (Doubek, 2003).

1.2 Funkce

Transportní funkce je jedna z mnoha funkcí krve. Umožňuje přesun mnoha látek jako např. protilátek, hormonů, vitaminů a živin, ale i odpadních produktů a tepla (Reece, 1998). Nejdůležitější transportované látky jsou kyslík a oxid uhličitý, které se při tomto transportu významně podílí na dýchání. Krev napomáhá udržování stálosti vnitřního prostředí neboli homeostázy, dále úpravě kyselosti pH, osmotického i krevního tlaku (Jelínek et al., 2003). Krev může své funkce plnit jen v případě uzavřeného řečiště (Reece, 1998). Funkce krve je nejvíce vyčerpána při vysokých nárocích, při změně podmínek prostředí, intenzivní produkci (užitkovost) a nemoci. To se projeví i přes homeostázu na krevním obraze (Jelínek et al., 2003).

Krev jako nárazníkový systém

V organismu hospodářských zvířat vznikají při fyziologických metabolických procesech převážně látky kyselé povahy. Proto je extracelulární i intracelulární prostředí vybaveno komplexem nárazníkových systémů, schopných zabraňovat výkyvům pH. Krev má při řízení acidobazické rovnováhy ve vnitřním prostředí organismu zvláštní postavení. Je schopna nejen metabolity z prostoru intersticiálního přijímat, ale také je odvádět do vylučovacích orgánů (plíce, ledviny), čím se jejich vliv na rovnováhu bází a kyselin eliminuje (Sláma et al., 2015).

2 Krevní buňky

Krevní buňky tvoří 45 % celkového složení krve. Mezi krevní buňky patří červené krvinky, bílé krvinky a krevní destičky (Reece, 1998).

2.1 Červené krvinky (erytrocyty)

Před narozením se erytrocyty tvoří v kostní dřeni, játrech a ve slezině. Po narození už se tvoří jen v kostní dřeni. Tvorba erytrocytu se nazývá erythropoéza (Doubek, 2003). Deformovatelnost je základním rysem, který umožňuje projít i ty nejmenší kapiláry lidského těla (Huisjes et al., 2018). Erytrocyty savců nemají jádro a zpravidla jsou bikonkávního tvaru s piškotovitým průřezem. U savců se mohou vyskytnout ojedinele i více kulovité. Erytrocyty jsou velice pružné, jejich velikost se odvíjí podle druhu zvířete. Erytrocyt u psa má velikost kolem 7 μm . Jakékoliv změny velikostí a tvarů

mohou být způsobené poruchami organismu, ale může je zapříčiňovat i nedokonalý odběr krve. V jednom mikrolitru krve zvířete se nachází 5 až 7 milionů erytrocytu (Doubek, 2003). Primární funkcí erytrocytu je transport kyslíku do tkání pomocí hemoglobinu, který je v nich obsažen. Propustná membrána, která obklopuje erytrocyty, se skládá z lipidů, bílkovin a sacharidů. Bikonkavita erytrocytů způsobuje zbarvení bledé centrální oblasti, jelikož se pozorovatel v této oblasti buňky dívá na přítomnost malého množství hemoglobinu. Tato centrální bledost je nejvíce patrná u psů. Druh s menšími erytrocyty je např. kočka, má méně konkávnosti, a tudíž má malou nebo žádnou centrální bledost. Tvar bikonkávního disku je významný pro výměnu kyslíku. Dovoluje deformaci buněk, když se pohybuje vaskulaturou s menším průměrem než samotný erytrocyt. Stručně řečeno, významné rozdíly mezi druhy jsou velikost, tvar, množství centrální bledosti (Thrall, 2012). Počet erytrocytů zjišťujeme nejen na hematologickém analyzátoru, ale i počítáním v Bürkerově komůrce. Tvorbu červených krvinek řídí erythropoetin (EPO). EPO se tvoří v ledvinách. Krvinka stará 1-2 dny se nazývá retikulocyt, na rozdíl od zralé červené krvinky obsahuje zbytek jádra. Koncentrace erytrocytů se měří přímo počítáním jednotlivých erytrocytů v krvi ředěné izotonicy. Při počítání erytrocytů je možné zjistit tzv. distribuci. Z velikosti této distribuce se snadno vypočítá MCV. Šířka distribuce červených krvinek (RDW) je matematický index popisující relativní šířku křivky rozložení velikosti. Tyto hodnoty se používají pro hodnocení anémie (Jack a Watson, 2014).

2.1.1 Hemoglobin

Červené barvivo (hemoglobin) se skládá z hemu a globinu. Hemoglobin je tzv. chromoprotein neboli bílkovina s atomy železa (Lexová, 2000). Tyto atomy na sebe může vázat jednu molekulu kyslíku, která se může opět kdykoliv uvolnit (Reece, 2011). Hemoglobin má fyziologické formy, a to karbaminohemoglobin, fetální hemoglobin a oxyhemoglobin, dále sulfhemoglobin, karboxyhemoglobin a methemoglobin, což jsou patologické formy (Sova et al., 1990; Doubek et al., 2010).

2.1.1.1 Koncentrace hemoglobinu

Měření množství hemoglobinu na jednotku objemu, se provádí ve spojení s celkovým počtem erytrocytů (Thrall, 2012). Proto, může hodnota hemoglobinu sloužit, jako doplňující kontrola kvality (správnosti) při výpočtu MCHC (Jack a Watson, 2014). Je to index hmotnosti červených krvinek na jednotku objemu

krve u pacienta (Kosmachevskaya a Topunov, 2018). Běžné hodnoty jsou 120-180 g /l u psů a 79-148 g /l u koček (Jak se vyznat..., 2017).

2.1.2 Hematokrit

Pomocí hematokritu je možné zjistit množství krvinek v krvi (Jelínek et al., 2003; Doubek et al., 2010). Lze jej zjistit výpočtem za pomoci počtu erytrocytů a středního objemu erytrocytu (MCV). (Lexová, 2000). Hematokritovou hodnotu udáváme buďto v l/l nebo v %. Avšak je podmíněna velikostí a množstvím erytrocytů (Kraft a Dürr, 2001; Hofírek et al., 2009). Běžné hodnoty jsou 0,37-0,55 l/l u psů a 0,2-0,38 l/l u koček. Zvýšený může být z důvodu erytrocytemie, makrocytózy, nebo v některých případech i dehydratací. Naopak snížený hematokrit může být u erytrocytopenie nebo operace (Doubek et al., 2010). Sníženou hodnotu hematokritu může způsobit i březost (Hofírek et al. 2009).

2.1.3 Základní parametry červených krvinek

2.1.3.1 MCV

Mean Corpuscular Volume (MCV) neboli střední objem erytrocytu je průměrná velikost erytrocytů (Hofírek et al., 2009). Běžné hodnoty jsou 65-75 fl u psů (Clinical diagnostic laboratory..., 2011; Jak se vyznat..., 2017) a 30-43 fl u koček (Jak se vyznat..., 2017). Tyto hodnoty jsou zvýšené u novorozenců a naopak snížené u dospívajících jedinců (Lexová, 2000).

2.1.3.2 MCH

Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH) neboli střední obsah hemoglobinu je průměrná hmotnost hemoglobinu v erytrocytu. Vypočítat ho lze pomocí počtu erytrocytu a hodnoty hemoglobinu. Běžné hodnoty MCH jsou 22-25 pg u psů a 12-17 pg u koček (Jak se vyznat..., 2017). Dle těchto hodnot lze rozdělit anémie na hypochromní a normochromní (Lexová, 2000). Dále se normochromní anémie dělí na mikrocytovou a makrocytovou. Mikrocytová normochromní anémie má hodnoty MCH v rozmezí 27-34 pg. Makrocytová normochromní anémie má hodnotu MCH větší než 34 pg. Mikrocytová hypochromní anémie má hodnotu MCH menší než 26 pg (Střední obsah...,2013).

2.1.3.3 MCHC

Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration (MCHC) neboli střední barevná koncentrace je průměrná koncentrace hemoglobinu v erytrocytech (Hofírek et al., 2009).

MCHC se počítá z koncentrace hemoglobinu a hematokritu. Poskytuje index pro množství hemoglobinu (HGB) vzhledem k objemu erytrocytů (Jack a Watson, 2014). MCHC se pohybuje v rozmezí od 30 do 34 g/dL u psů a od 33 do 39 g/dL u koček (Jak se vyznat..., 2017).

Parametry erytrocytů jsou významné v rozpoznávání různých poruch a anémií. Novorozenci mají vyšší hodnoty MCH a MCV než dospělí jedinci, avšak rozdíl není tak markantní jako u starých zvířat. Ty mají nejnižší hodnoty ze všech (Doubek et al., 2010).

2.1.3.4 RDW

Red cell Distribution Width (RDW) neboli šíře distribuce červených krvinek. Jedná se o šíři nejpočetnějších populací červených krvinek v histogramu RBC dle středního objemu erytrocytu (MCV) (Pecka, 2006). Jednotka je procento koeficientu variace-značíme %CV. Běžné hodnoty RDW jsou méně než 15,2 %CV. Pokud je RDW pod touto hodnotou znamená to, že jsou červené krvinky stejně veliké. V případě, že hodnotu přesahuje, značí to různé velikosti červených krvinek a v tu chvíli se jedná o anizocytózu (Lexová, 2000).

2.2 Bílé krvinky (leukocyty)

Bílé krvinky vznikají v kostní dřeni. Dělí se na dvě skupiny: granulocyty a agranulocyty. Mezi granulocyty patří neutrofilů, bazofilů a eozinofilů. K agranulocytům řadíme lymfocyty a monocyty. Délka života leukocytů je různá. Granulocyty žijí 2-3 dny. Lymfocyty žijí několik měsíců, let a někdy i celý život zvířete. Počet leukocytů je u každého druhu zvířete jiný. Průměrně se udává 10000 v 1 mikrolitru (10 G/l). O trošku více leukocytů, než ostatní mají mláďata a jedinci, kteří mají vyšší fyzickou zátěž (stres apod.) (Reece, 1998 a Kajerová. 2006).

2.2.1 Granulocyty

Granulocyty, které jsou zralé, vstupují do krevního oběhu. Jsou to středně velké buňky s několikrát segmentovaným (neutrofilů) a laločnatým (bazofilů) jádrem,

proto se nazývají polymorfonukleáry (Toman, 2009). Společným znakem jsou granula v cytoplazmě. Tvar jádra se postupným stárnutím buňky mění. V mladších stádiích má protáhlý a různě zakřivený tvar, proto se označují jako tyčky. Zralejší a starší jádra se označují jako segmenty, jelikož jsou segmentovaná a laločnatá. Podíl segmentů a tyček se zjišťuje u neutrofilních granulocytů (Reece, 1998). Cytoplazma obsahuje četná granula, podle jejichž barvitelnosti se rozděluje na eozinofilní, neutrofilní a bazofilní granulocyty. Granulocyty mají receptory pro Fc fragment IgG, IgA a IgE a receptory pro komplement (Toman, 2009).

2.2.1.1 Neutrofilny

Neutrofilny mají segmentované jádro a drobná různě se barvící granula v cytoplazmě. Ve stádiu promyelocytu se vyvíjejí primární azurofilní granula (podobné lyzozomům). Azurofilní granula obsahují myeloperoxidázu, defenziny, proteázy, hydrolázy, lysozym a kationické proteiny. Ve stádiu metamyelocytu a myelocytu se objevují sekundární specifická granula. Sekundární granula obsahují lysozym, kolagenázu a laktoferin. V konečných stádiích diferenciacie se mohou objevit terciární granula (Toman, 2009). Neutrofilny jsou hlavní součástí hnisu. Hlavní funkcí je fagocytóza bakterií. Granula nemá výrazné zbarvení ani zásaditými, ani kyselými barvivy, pouze lehce přejímají barviva obou typů. Proto jejich výsledná barva není zřejmá, stejně jako není zřejmá zřetelnost jejich granul. V krevním nátěru se barví šedo-růžově. Neutrofilů je velký počet a jsou přítomny nejčastěji. Po fagocytóze lyzozomální granule fúzí (slučují se) s fagozomy a tím dochází k usmrcení organismů a následnému rozkladu materiálu, díky enzymatickému trávení. Neutrofilní metamyelocyty nejsou přítomny v normální krvi. Jádro je ve tvaru fazole, která se při svém zrání mění do tvaru podkovy, tyto tvary jsou charakteristické pro uskupení neutrofilů. Jádra mají hladké, paralelní strany a neobsahují žádné zúžení v jádrové membráně. Uskupení neutrofilů může být přítomné v normální krvi i v malých koncentracích. Neutrofilny mají hodně malých a špatně barvitelných granulí. Tyto granule se liší u jednotlivých zvířat od bezbarvých, neviditelných až po lehce barvené (Thrall, 2012). Obsahují aktivátor plazminogenu a gelatinázu. Jádro nezralých buněk, které je původně kulaté se koncem diferenciacie protáhne do stádia tyčky. U zralých buněk získá tvar laločnatý. Zralé neutrofilny v krvi tvoří přes 90 % granulocytů, jsou produkovány rychlostí kolem milionu buněk za sekundu. Při zánětlivých procesech se jejich produkce může ještě zvýšit. V krevním oběhu

přežívají zhruba 6 hodin a vstupují do tkání. Ve tkáních přežívají asi dva dny (Toman, 2009).

2.2.1.2 Eozinofily

Eozinofily tvoří kolem 1 % krevních leukocytů u zdravých jedinců, dále malou populaci v lamina propria střevní sliznice a v pojivkách. V kostní dřeni vývoj probíhá 2-6 dní, v krevním oběhu mohou být přítomny 6-12 hodin, ve tkáních 4-10 dní. Eozinofily obsahují velká granula (0,5 μ m) s centrálním krystaloidem. Granula mohou obsahovat také peroxidázu, histaminázu a lysozomální enzymy (Toman, 2009). Eozinofily zajišťují fagocytózu bakterií, dokážou bojovat proti parazitům, protože za pomoci enzymů dokážou zničit vajíčka a larvy. Významně se podílejí na průběhu alergických reakcí. Granula přijímají kyselá barviva (eosin). Eozinofily jsou velké a barví se červeně, růžově nebo oranžově. Přes velký počet studií a pozorování nejsou funkce eozinofilů dosud dobře známé. Eozinofily obsahují proteiny, které se vážou na parazitní membrány a poškozují je. Eozinofily psů mají značně rozmanitou velikost granulí a jejich počet na buňku. Ve vzácných případech může být přítomno několik velkých granulí velikosti erytrocytů. Kočičí eozinofily mají hustou cytoplazmu, s jednotlivými granuly ve tvaru tyčinky nebo sudu (Thrall, 2012). Eozinofily mají receptory pro komplement, Fc receptory pro IgG a nízkovazebné Fc receptory II pro IgE. Po jejich aktivaci produkují leukotrieny (nazývané pomalu reagující substance anafylaxe) a faktor, který aktivuje destičky, vyvolávající kontrakce hladkého svalstva a zvýšenou produkci hlenu. Dále produkují řadu TNF- α a TGF- β , interleukinů a mohou produkovat i MHC II molekuly. Funkcí aktivovaných eozinofilů je fagocytóza imunitních komplexů a zabíjení mnohobuněčných parazitů kyslíkovými metabolity a toxickými produkty (Toman, 2009).

2.2.1.3 Bazofily

Bazofily mají velká granula, která obsahují proteoglykany, histamin a proteázy (Toman, 2009). Bazofily zajišťují spouštění zánětlivých reakcí v těle. Ve svých granulech obsahují histamin, heparin a další látky. Granula přijímají zásaditá barviva (hematoxylin). Bazofily jsou malé a barví se tmavě modře až černě. Funkce bazofilů je v podstatě neznámá. Jádro je článkované (stejně jako u jiných granulocytů). Psi mají malé množství tmavě fialových granulí. Kočky mají velké, slabě šedé granule, které jsou uspořádané podobně jako dlažební kostky (Thrall, 2012).

2.2.2 Agranulocyty

Společným znakem agranulocytů je nepřítomnost sekrečních granul v cytoplazmě. Dle množství cytoplazmy a tvaru se rozlišují 2 typy agranulocytů, na monocyty a lymfocyty (Reece, 1998; Kajerová 2006).

2.2.2.1 Monocyty

Monocyty jsou velké neproliferující buňky s jádrem ve tvaru ledviny (Toman, 2009). Jádro monocytů je nepravidelné, většinou laločnatého nebo ledvinovitého tvaru, barví se modře. Monocyty jsou velké buňky a mají výrazný nadbytek cytoplazmy, jsou to největší bílé krvinky. V cytoplazmě lze vidět fagocytované částice či vakuoly. Monocyty provádějí opakovanou fagocytózu. Fagocyty likvidují všechny nežádoucí organismy, co by v těle mohli způsobit nežádoucí účinky (např. rakovinotvorné buňky). V krvi jsou to monocyty a ve tkáni makrofágy. Monocyty se také podílejí na zánětlivých reakcích. V krvi se monocyty považují za prostředníky z hlediska kontinua zrání. Tyto buňky jsou pak odpovědné za běžnou destrukci erytrocytů, spojenou s recyklací metabolického železa a patologickou destrukci erytrocytů. Jádro může být různého tvaru, včetně oválného, fazolovitého, améboidního nebo do tvaru podkovy jako u neutrofilů (Thrall, 2012). Krevní monocyty mohou být tvořeny vícero populacemi buněk, které se liší intenzitou exprese některých povrchových znaků (např. CD16, CD43, CD163, Ly6C, receptory pro chemokiny). Jsou schopny vycestovat do tkáně, ve které právě probíhá zánět a diferencovat se zde v „zánětlivé“ makrofágy (Toman, 2009).

2.2.2.2 Lymfocyty

Lymfocyty jsou kulaté mononukleární buňky, které mají většinou malé množství cytoplazmy. Jejich funkce byla dlouho nejasná, blíže byla podkryta ve druhé polovině 20. století. Jejich funkce je specifické rozpoznání antigenu s následnou regulační nebo efektorovou funkcí (Toman, 2009). Lymfocyty jsou menší, mají malé množství cytoplazmy, která je světle modře zbarvená a velké jádro kulovitého tvaru. Podle velikosti a množství cytoplazmy můžeme lymfocyty rozdělit na velké a malé. Lymfocyty se dělí na 2 skupiny: lymfocyty T a lymfocyty B. Krevní lymfocyty představují různorodý soubor subpopulací lymfocytů, tyto subpopulace lze rozlišit při běžném vyšetření krve technikami používanými v klinických veterinárních

laboratořích. Subpopulace zahrnují B lymfocyty, které jsou zodpovědné za humorální imunitu a T lymfocyty, které jsou zodpovědné za buňkami zprostředkovanou imunitu a cytokinové odpovědi. Lymfocyty jsou rozpoznány pomocí kulatého až oválného jádra s minimálním množstvím čiré, téměř bezbarvé cytoplazmy. Množství cytoplazmy může být proměnlivé. Normální cirkulující lymfocyty mají menší průměry než neutrofilů. Reaktivní formy jsou pravděpodobně B buňky schopné produkovat imunoglobuliny. Jádro navíc může mít štěrbinu nebo tvar améboidu. Velké reaktivní lymfocyty je možné běžně pozorovat u mladých jedinců. Granulární lymfocyty mají malé množství růžově fialových granulí (Thrall, 2012). Mezi lymfocyty se řadí NK buňky (natural killers = přirození zabíječi). NK buňky dokážou likvidovat v těle napadené buňky. Mají jiný mechanismus než ostatní lymfocyty, a proto se řadí do tzv. třetí hlavní subpopulace (Reece, 1998).

2.3 Krevní destičky (trombocyty)

Trombocyty u savců jsou bezjaderné úlomky buněk, megakaryocytů. Jsou malé (2 μ m) bezjaderné disky, které mají tři druhy cytoplazmatických granul: alfa, denzní tělíčka a lysozomální granula. Po celý svůj život zůstávají v cévním prostoru (tj. asi deset dní). Pokud dojde k poškození cévní výstelky pod vlivem trombinu nebo tromboxanu A₂ a ADP (adenosindifosfát) se shlukují. Dojde k aktivaci krevní koagulace (imunologie). Krevní destičky mohou být počítány současně s erytrocyty. Krevní destičky jsou podstatně menší než erytrocyty. (Jack a Watson, 2014). Při aktivaci produkují cytokin TGF - β . Destičky najdeme zakotveny v místě poruchy cévní výstelky následkem vazby von Willebrandova faktoru na kolagen a jejich membránový glykoprotein. Dále mohou být aktivovány přímo kolagenními fibrilami, které se nacházejí pod endotelem. Na ně se vážou membránovým integrinem. Kolagen poté aktivuje specifický trombocytový kolagenový receptor a Fc gama receptor (Toman, 2009). Většina druhů domácích zvířat má srovnatelnou velikost krevních destiček, výjimkou jsou kočky, protože objem jejich destiček je přibližně dvojnásobný. Proto je třeba brát počet krevních destiček u koček pouze jako odhad. Jejich velké krevní destičky mohou být počítané jako erytrocyty. Tudíž se při výsledcích z vyšetření krve může zdát množství krevních destiček nízké (Jack a Watson, 2014).

3 Krevní plazma

Krevní plazmu je tvořena z 92 % vodou, tudíž ji lze označit jako tekutou částí krve (Reece, 1998). Krevní plazma je průhledná, žlutavá, mírně alkalická intravaskulární kapalina. Z hlediska fyziologického představuje krevní plazma nejpodstatnější část vnitřního prostředí organismu (Doubek, 2003). Ve vodě, která je součástí plazmy, se nacházejí bílkoviny (Reece, 1998). Mimo vodu dále obsahuje organické a anorganické látky v relativně stálých koncentracích. Pro funkce plazmy je stálost nezbytná a je výsledkem dynamických rovnovah mezi extracelulárním a intracelulárním kompartmentem. Anorganické látky jsou důležité pro udržování osmotického tlaku, objemu a pH plazmy, pro srážení krve atd. Úlohou organických látek je zejména udržování objemu a pH plazmy, dále pak zajišťují transport látek. Podílejí se na srážení krve, imunitních reakcích, mají nutriční funkce a některé, např. ceruloplazmin, může působit jako zhášeč kyslíkových radikálů. Lipidy mají významnou roli v energetickém metabolismu, mají funkci stavební aj. Součástí plazmy jsou i plyny O₂, CO₂, N₂ a další. V krevní plazmě máme přítomny i hormony, vitamíny a enzymy. Některé látky přítomné v plazmě ovlivňují barvu krevní plazmy: hyperlipemie-lehce zakalená plazma, hyperbilirubinemie-žlutá plazma, hemolýza-červená plazma (Doubek, 2003)

4 Pes periferní krev

4.1 Erytrocyty

Mají bikonkávní tvar, který je zřetelnější než u ostatních zvířat (Doubek, 2003). Populace se rychle mění (Higgins, 2015). Centrální projasnění erytrocyt umožňuje rozlišit od sférocytu (Doubek, 2003). Sférocyt má kulovitý tvar a vyskytuje se nejčastěji u štěňat (Anyona et al., 2006). Není typická anizocytóza a poikilocytóza. U pudlů se uvádí, že mají vyšší výskyt makrocytů. Echinocyty mohou vzniknout kvůli nedokonalému krevnímu nátěru (Doubek, 2003). Echinocyty jsou nejvýznamnější buněčná morfologická změna (Spada et al., 2018). Pokud použijeme barvení dle Giemsa-Romanowského nebo podle Wrighta můžeme příležitostně pozorovat polychromatofilní (modravé) krvinky. Jejich výskyt u dospělých psů je do 1 % fyziologický. Jedná se o retikulocyty. Retikulocyty se uvolňují z kostní dřeně ve čtrnáctidenním intervalu. U štěňat mohou tvořit 10 % červených krvinek (Doubek, 2003). Retikulocyty odrážejí erythropoetickou aktivitu kostní dřeně (Piva et al., 2015). U zdravých zvířat se ojediněle pozorují Howell-Jollyho tělíčka (Doubek, 2003).

4.2 Leukocyty

Mezi nejpočetnější patří neutrofilní granulocyty. Pes má silnou odezvu neutrofilu na stresové faktory. Zralý neutrofil má segmentované nebo elongované jádro. Mladé neutrofilny (tyčky) jsou zachycovány v malém počtu (Doubek, 2003). Neutrofilny jsou velice univerzální a jsou heterogenní (Jablonska a Granot, 2017). Eozinofilní granulocyty nacházíme v malých počtech. Eozinofily mohou obsahovat 1-2 velké a výrazně protáhlé granula a mohou být zaměňovány s parazitem nebo inkluzí. Odlišnost morfologie eozinofilů je zajímavá u greyhoundů. Dospělí greyhoundi mají výrazně vakuolizovanou cytoplazmu a granula jsou málo zřetelná. U štěňat greyhoundů už jsou granula lépe viditelná, ale méně výrazná od ostatních plemen (Doubek, 2003). Eozinofily mají úlohu v imunitě a obraně hostitelů (Ravin a Loy, 2016). Bazofily najdeme jen vzácně (Doubek, 2003). Bazofily vážou IgE protilátku a vylučují mediátory zodpovědné za příznaky alergických reakcí (Hoffmann et al., 2016). Lymfocyty najdeme v různých velikostech od malých až po velké. Po stimulaci antigenem se mohou objevit reaktivně velké lymfocyty. Reaktivní lymfocyty mají bazofilní cytoplazmu a někdy mohou mít perinukleární projasnění jako mají plazmatické buňky (Doubek, 2003). Lymfocyty T jsou charakterizovány regulací CD36 (Couturier et al., 2019). Monocyty jsou větší než lymfocyty. Jejich jádro je nesmírně variabilní, může být kulaté, oválné, lobulizované, ve tvaru tyčky nebo písmene S. Monocyty obsahují různý počet cytoplazmatických vakuol (Doubek, 2003). Roli hrají ve vývoji tkání, homeostáze a opravě poranění (Ogle et al., 2016).

4.3 Trombocyty

Krevní destičky jsou buď malá oválná, nebo kulovitá tělíška. Pokud je krevní destička aktivovaná, tak je její tvar nepravidelný a má četná cytoplazmatická pseudopodia. V průměru se může jejich velikost rovnat 1/4 až 1/2 velikosti erytrocytu (Doubek, 2003). Podílejí se na vývoji imunitní reakce (Stosik et al., 2019).

5 Kočka periferní krev

5.1 Erytrocyty

Červené krvinky na rozdíl od těch psích mají špatně rozpoznatelné centrální projasnění a vyznačují se střední anizocytózou (Doubek, 2003). Anizocytóza patří mezi klasické markery zánětu (Lucijanic a Skelin, 2019). U zdravých koček můžeme občas pozorovat rouleaux (roló) formace erytrocytů, tzn. že erytrocyty zaujímají formaci penízkovatění (Doubek, 2003). Rouleaux se běžně vyskytují u těch, které mají zvýšený počet cirkulujících proteinových makromolekul (Kl, 2018). Howellova-Jollyho tělíska obsahují 1 % červenýchrvinek a až 5 % mohou obsahovat Heinzova tělíska. Polychromatofilních erytrocytů bývá do 0,5 %. Retikulocyty rozdělujeme podle míry jejich agregace bazofilního materiálu na tři typy. Typy I a II mají mírnou až střední agregaci, většinou jsou tam jen tečky bazofilního materiálu. Typ III má výrazné shluky a u zdravých koček tvoří pouze 0,4 % všech červenýchrvinek. Typ I a II mohou tvořit i 10 % všech červenýchrvinek (Doubek). Retikulocyty jsou malá, heterogenní populace červenýchrvinek (Malleret et al., 2015).

5.2 Leukocyty

Morfologie neutrofilů se nějak zvláště neliší od ostatních savců. V malém procentu mohou obsahovat Döhleho tělíska (Doubek, 2003). Döhleho tělíska jsou v podstatě podobná jako May-Hegglin tělíska (Cawley a Hayhoe, 1972). Samice mají na neutrofilních jádrech až 10 % patrných „paliček“ sexchromatinu. Na stres samice reagují citlivě a vzestupem počtu neutrofilů (Doubek, 2003). Neutrofilové mají klíčovou roli ve vývoji nádorů a metastatické progresi (Hagerling a Werb, 2016).

5.3 Trombocyty

Výjimkou jiné morfologie, kterou se mohou lišit od ostatních savců, je že mají podlouhlé nebo makrocytární formy. Tyto formy mohou být viděny jen příležitostně. Po odběru krve se destičky nesmírně rychle shlukují (Doubek, 2003). Je známo, že krevní destičky vykazují fagocytární aktivitu (Pecka, 2006).

6 Stanovení množství

Stanovení hematokritu na analyzátoru

Princip: Vypočítání z objemů jednotlivých erytrocytů.

Počítání počtu erytrocytů a MCV ($\text{Ery} \times \text{MCV}$).

Stanovení hemoglobinu automaty

Princip: Spektrofotometrie.

Stanovení počtu erytrocytů

Počet erytrocytů (RBC) se udává v 1 l krve.

Princip: Zvýraznění erytrocytů a rozpad ostatních elementů pomocí Hayemova ředícího roztoku.

Počítání erytrocytů automaty

Princip: Přerušování světelného paprsku, který dopadá na fotobuňku.

Odklon a rozptyl laserového paprsku.

Elektrická impedance (krvinky špatně vedou elektrický proud, tím se zvyšuje elektrický odpor a naopak se snižuje množství procházejícího elektrického proudu.

Šíře distribuce erytrocytů (RDW)

Vyjadřuje velikost, kterou zauímají erytrocyty v jejich histogramu podle MCV.

Stanovení počtu leukocytů

Počet leukocytů (WBC) je vyjadřován v 1 l krve.

Princip: Rozpad trombocytů a erytrocytů pomocí Türkova roztoku, dochází k obarvení jádra leukocytů metylenovou neboli genciánovou violetí.

Počítání leukocytů automaty

Princip: Z plné krve jsou erytrocyty odstraněny hemolýzou.

Některé automaty pracují na principu rozdílné hustoty krevních buněk, které se po odstranění mikrohematokritové kapiláry navrství na sebe dle hustoty.

Stanovení počtu trombocytů Brecherovou-Cronkitovou metodou

Počet trombocytů (PLT) se vyjadřuje v 1 l krve.

Princip: Jelikož je velikost erytrocytů a trombocytů podobná, je za potřeby rozpad erytrocytů pomocí ředícího roztoku šřavelanu amonného. To má za následek hemolýzu erytrocytů a v tu chvíli je možné odlišit erytrocyty a spočítat všechny trombocyty.

Počítání trombocytů metodou Piettů

Princip: Stejně jako u Brecherovou-Cronkitové metody je zapotřebí odlišit erytrocyty a trombocyty. Odlišení erytrocytů je pomocí lýze erytrocytů ředícím prokainovým roztokem. To má za následek hemolýzu erytrocytů a možnost spočítat trombocyty.

Počítání trombocytů automaty

Princip: Trombocyty procházejí na rozdíl od leukocytů či erytrocytů kanálem o menším průměru, jelikož jejich velikost je menší (Doubek, 2003).

7 Parametry krevního obrazu a jejich kvantitativní odchylky

7.1 Počet erytrocytů

Počet erytrocytů je závislý na pohlaví (více samci), věku (více u novorozenců) a fyzické aktivitě (Svoboda, 2008). Numerické změny (změny počtu) erytrocytů jsou vyvolány zvýšením nebo snížením krve tvorby, redistribucí (stres), náhradní krev tvorbou (játra, slezina) a zvýšeným rozpadem nebo ztrátami (Doubek, 2003). U zvířat se silně kontraktální slezinou může být počet velmi rychle zvýšen (Svoboda, 2008). Samotný počet erytrocytů, tj. bez hodnot hemoglobinu, popřípadě hematokritu, má omezenou diagnostickou výpovědní hodnotu (Doubek, 2003).

7.1.1 Oligocytemie (erytrocytopenie)

pes $<5,5 \cdot 10^{12}/l$

kočka $<5,0 \cdot 10^{12}/l$ (Svoboda, 2008)

Snížený počet erytrocytů.

Anémie, urémie, hydrémie (aplikace infuzních roztoků), sedace (Doubek, 2003)
Snížený počet erytrocytů je při graviditě (poslední třetina - tzv. gravidní hydrémie, diluční anémie) (Svoboda, 2008). Trauma (protržení, prasknutí vnitřních orgánů, či porušení velkých cév) (Profilová vyšetření, 2013). Při relativní (diluční) anémii je množství erytrocytární hmoty na 1 kg živé hmotnosti na rozdíl od absolutní anémie nezměněno (Doubek, 2003). Po ztrátě krve je počet v prvních hodinách erytrocytů nezměněn (plazma a erytrocyty se ztrácejí stejně a ještě se nezačali opětovně tvořit) po několika hodinách nastává diluce krve, z důvodu rychlejšího růstu objemu plazmy, než je rychlost obnovy erytrocytů (Doubek, 2003; Svoboda, 2008).

Za 24-48 h je nástup obnovy erythropoézy (regenerační anémie) (Doubek, 2003).

7.1.2 Polycytemie (erythrocytemie, erythrocytóza)

pes $>8,5 \cdot 10^{12}/l$

kočka $>10,0 \cdot 10^{12}/l$ (Svoboda, 2008)

Zvýšený počet erytrocytů (Uhríková, ©1993; Harvey, 2012)

Příčiny jsou porucha v kostní dřeni (polycythaemia vera, familiární erythrocytóza, erytroleukemie), zvýšená tvorba EPO (jde o tzv. sekundární polycytemii) (Doubek, 2003; Weiss a Wardrop, 2010). Dále redistribuce, hypoxické stavy (při ileózních stavech nastává insuficience srdce, která je spojená s distenzí střeva, respirační insuficience), renální neoplazie a tumory, paraneoplastické syndromy, vysoká nadmořská výška (hypoxická hypoxie), fyzická námaha, stres, hyperfunkce kůry nadledvin (pes), kompenzovaný šok, aplikace glukokortikoidů, hypertyreóza koček, Cushingův syndrom, Při selhání srdce se zjišťují relativní polycytytemie (Doubek, 2003; Harvey, 2012). Dále i při dehydrataci (Uhríková, ©1993; Harvey, 2012). Dehydrataci způsobují průjmy, zvracení, aplikace diuretik, horečka, popáleniny, snížený příjem vody, pocení) (Weiss a Wardrop, 2010). Mezi relativní polycytemie řadíme někdy i polycytemie na podkladě redistribuce (fyzická námaha, při stresu). Sekundární polycytemie se někdy označuje termínem polyglobulie (Doubek, 2003).

7.2 Hemoglobin

Hemoglobin má podíl na hmotnosti erytrocytu a ten činí 34 %. Uplatnit se může při udržování AB rovnováhy (Svoboda, 2008).

Deprese (oligocytemie) pes <120 g/l, kočka <80 g/l; anémie post operationem („zředění“ krve přestupem tekutin do intravaskulárního prostoru) (Doubek, 2003; Svoboda, 2008). Dále ledvinová insuficience (nedostatečná funkčnost, selhávání), aplázie (nevyvinutí) dřeně, krevní ztráty (Krč, 2007). Elevace (hematologické malignity, polycytemie), pes >180 g/l, kočka >150 g/l (Doubek, 2003; Svoboda, 2008).

7.3 Hematokrit

Deprese (oligocytemie), pes $<0,37$ l/l, kočka $<0,2$ l/l; elevace (polycytemie, hypertyreóza koček), pes $>0,55$ l/l, kočka $>0,38$ l/l (Svoboda, 2008). Makrocytózy (regenerativní anémie, např. při krevních hemolýzách nebo ztrátách) mohou zapříčinit vyšší hodnotu hematokritu. Snížený hematokrit je způsoben deficitem vitamínu B₁₂ a folátu, naopak zvýšený hematokrit nastává při myelodysplastickém

syndromu a při infekci kočičím virem leukemie (Doubek, 2003). Počty erytrocytů a hematokrit nejsou vzájemně zastupitelné parametry, jelikož např. při snížené hodnotě hematokritu, může být počet erytrocytů v referenční hodnotě (normocytémie), současně i mikrocytóza (Svoboda, 2008).

7.4 Základní hodnoty erytrocytu

7.4.1 MCV-střední objem erytrocytu

Deprese (mikrocytární anémie, z deficitu železa, u portosystémových zkratů), pes <65 fl, kočka <35 fl; elevace (megalolastové, makrocytární anémie), pes >75 fl, kočka >50 fl (Svoboda, 2008). Dále elevaci může zapříčiňovat onemocnění jater, či aplázie (nevyvinutí) dřeně (Krč, 2007).

Histogram erytrocytů podle MCV udává informace o normocytóze, přítomnosti erytoblastů při hematologických malignitách či mikrocytóze a makrocytóze (Doubek, 2003).

7.4.2 MCH-hemoglobin erytrocytu a MCHC-střední koncentrace hemoglobinu v erytrocytech

Deprese (anémie hypochromní, z deficitu železa), pes <22 pg resp. <300 g/l, kočka <12 pg resp. <290 g/l (Doubek, 2003; Svoboda, 2008). Dále může depresi způsobit retikuloocytóza. Tento jev nastává ve chvíli, kdy jsou erytrocyty uvolňovány do oběhu, avšak nejsou ještě plně hemoglobinizovány (Profilová vyšetření, 2013). Elevace (hematologické malignity, hyperchromní regenerativní anémie, otrava olovem), pes >25 pg resp. >340 g/l, kočka >17 pg resp. >340 g/l (Doubek, 2003; Svoboda, 2008).

7.4.3 RDW-šíře distribuce erytrocytů

Elevace (anizocytóza): výskyt nestejně velkých erytrocytů při regenerativních anémiích, hematologických malignitách (Doubek, 2003). V některých situacích lze sledovat tzv. dimorfní (dvojtvarou) populaci erytrocytů. Tato situace může nastat např. při podání tzv. transfúzních přípravků erytrocytů (Interpretace krevního obrazu, 2013).

7.5 Počet leukocytů

Leukocyty zajišťují obranyschopnost organismu. Obsahují řadu enzymů, dovedou produkovat mediátory a cytokiny. Mohou se uplatnit při patologických reakcích a procesech (Svoboda, 2008). Počet leukocytů je závislý na konzumpci (spotřebování), krvetvorbě, redistribuci (uvolnění marginujících leukocytů), ale také fázi onemocnění a fázi infekce. Reakce leukocytů na různé patologické činitele rozlišuje jednotlivé druhy savců. Pes a kočka reagují na bakteriální infekci silným zvýšením počtu leukocytů. Příčinou změny počtu u jednotlivých bílých krvinek mohou obecně být např. konzumpce (spotřeba) buněk, poruchy tvorby a uvolňování do krevního oběhu, fáze onemocnění (infekční záněty), náhradní krvetvorba, zkrácené přežívání leukocytů, redistribuce (marginální vs axiální pool) (Doubek, 2003).

7.5.1 Leukopenie

pes, kočka $<7,0 \cdot 10^9/l$ (Svoboda, 2008)

Leukopenie je snížený počet leukocytů.

Způsobují ji virové infekce např. psinka, parvovirové onemocnění psů, imunodeficiencie nebo panleukopenie koček (Doubek, 2003; Svoboda, 2008). Další příčinou mohou být dřevňové útlumy neboli poškození kmenových krvetvorných buněk (Harvey, 2012). Mezi tyto buňky patří mimo jiné myelotoxické chemikálie (benzen, toluen, olovo), metastázy do kostní dřeně, záření, ale i některé léky (cytostatika, chloramfenikol zejména u koček, nesteroidní antiflogistika, H₂ blokátory. V neposlední řadě mohou leukopenii způsobovat protozoární infekce způsobené prvoky např. toxoplazmóza a leishmanióza, nebo i konzumpce jako je akutní peritonitida, nebo pleuritida, endometritida. Dále ji může způsobit myeloproliferativní, lymfoproliferativní onemocnění (zvýšená destrukce leukocytů a infiltrace tkáně). Leukopenii může způsobit selhání ledvin, intoxikace estrogeny, dekompenzovaný šok, neoplazie, anafylaxe, systémový lupus erythematosus (SLE) (Doubek, 2003; Svoboda, 2008).

7.5.2 Leukocytóza

pes, kočka $>17,0 \cdot 10^9/l$ (Svoboda, 2008)

Zvýšení počtu leukocytů (Profilová vyšetření, 2013). Její příčiny mohou být například bakteriální infekce, mezi které patří leptospiróza a infekční peritonitida koček, myeloproliferativní a lymfoproliferativní onemocnění, pyometra, pankreatitidy,

kompenzovaný (traumatický) šok, stres. Další příčiny mohou být onemocnění CNS mezi které patří např. neoplazie, záněty, křečové stavy nebo krvácení, otrava těžkými kovy jako je olovo a rtuť, těžká traumata, hematomy (reakce na resorpci produktů poškození). Dále ji mohou způsobovat akutní hemolytické anémie, terapie kortikoidy, Cushingův syndrom, uremie, hypertyreóza koček, adrenalin, diabetické kóma, hypersenzitivity, krevní transfuze a v neposlední řadě tyroidální hormony. Fyziologicky se leukocytóza vyskytuje při excitaci a porodu (Doubek, 2003; Svoboda, 2008).

7.6 Počet trombocytů

Za změnou počtu trombocytů může být jejich vysoká ztráta (zvýšené odbourávání ve tkáních, redistribuce ve slezině a spotřeba při koagulacích) nebo nedostatečná tvorba v kostní dřeni (Svoboda, 2008).

7.6.1 Trombocytopenie

pes $<200 \cdot 10^9/l$

kočka $<300 \cdot 10^9/l$ (Svoboda, 2008)

Snížený počet trombocytů (Doubek, 2003). Trombocytopenii způsobují intoxikace (dřeňové útlumy, chemikálie, léky), infekční hepatitida psů, ehrlichioza, torze sleziny, hematonkologická onemocnění, lymfomy, virová leukemie koček (Harvey, 2012). Dalšími příčinami mohou být konzumpce jako např. DIC (Krč, 2007). Dále hemolyticko-uremický syndrom, anafylaxe, těžký deficit železa, Addisonova nemoc (u psů) a v neposlední řadě autoimunitní nemoci (autoimunitní trombocytopenie) (Doubek, 2003).

7.6.2 Trombocytóza

Pes $>500 \cdot 10^9/l$

kočka $>600 \cdot 10^9/l$ (Svoboda, 2008)

Zvýšený počet trombocytů. Trombocytózu způsobují ji infekce, záněty, anémie posthemoragické a sideropenické (Svoboda, 2008). Tyto anémie způsobuje deficit železa a akutní ztráty krve (Harvey, 2012). Dále ji mohou zapříčiňovat malignity, podávání kortikoidů, Cushingův syndrom, těžká traumata a šok, splenektomie, myeloproliferativní nemoci (esenciální trombocytémie, polycythemia vera) aj. Trombocytóza znamená přechodné zvýšení počtu trombocytů např. při infekcích,

nebo zánětech (Svoboda, 2008). Trombocytémie je trvalé zvýšení počtu trombocytů např. při malignitách (Doubek, 2003).

8 Vyšetření krevního obrazu

Vyšetření krevního obrazu používáme jako pomocné u onemocnění krve, krvetvorných tkání savců a diferenciálního rozpočtu leukocytů (Babuňková et al., 2016) Při jakékoliv patologii by rozpočet leukocytů neměl být stanovován pouze přístrojem, ale i manuálně. Blastické elementy, které se v krvi mohou nalézat, řadí přístroj podle jejich optické struktury a velikosti mezi monocyty či lymfocyty. Přístroj bohužel neposoudí detailně morfologii krvinek (Doubek, 2003). Hematologické profily jsou rutinně používány pro hodnocení zdravotního stavu zvířat (Ochoa et al., 2019).

Hodnoty hematologických parametrů u vybraných druhů zvířat

Kočka domácí (*Felis silvestris f. catus*)

Leu [$\cdot 10^9 / l$] 7,00 - 17,00

Hct [l / l] 0,24 - 0,45

Hg [g / l] 80-150

Ery [$\cdot 10^{12} / l$] 5,00 - 10,00

MCV [fl] 35-50

MCH [pg] 12-17

MCHC [g / l] 290-340

Tromb [$\cdot 10^9 / l$] 300-600

Pes domácí (*Canis lupus f. familiaris*)

Leu [$\cdot 10^9 / l$] 6,00 - 17,00

Hct [l / l] 0,37 - 0,55

Hg [g / l] 120-180

Ery [$\cdot 10^{12} / l$] 5,50 - 8,50

MCV [fl] 65-75

MCH [pg] 22-25

MCHC [g / l] 300-340

Tromb [$\cdot 10^9 / l$] 200-500

(Doubek, 2003)

9 Laboratorní vyšetření

Laboratorní vyšetření je nedílnou součástí terapeutických a diagnostických postupů. Je zapotřebí sledovat výsledky a následné spojitosti dalších vyšetření, aby bylo možné správně zhodnotit nálezy zjištěné při laboratorním vyšetření (Doubek, 2003). Laboratorní vyšetření souvisí s klinickým a paraklinickým vyšetřením (Svoboda, 2008). Potřeba kontrolovat a zlepšovat kvalitu v klinických laboratořích, rostla ruku v ruce s růstem technologického vývoje. Tím docházelo i k snižování analytických chyb (Plebani, 2017). Je nedílnou součástí dnešního rozvoje veterinární medicíny. Uvádí se, že v 70 % lékařských rozhodnutí jsou založená na laboratorní diagnostice. Pro laboratorní vyšetření se používá biologický materiál a to např. krevní sérum, tkáňové biopáty, krev nebo krevní plazma, punktáty (efuze), moč, stolice, aj. (Valenciano et al., 2014). Laboratorní vyšetření můžeme dělit podle potřeby a podle rychlosti provedení. Podle potřeby dále dělíme na speciální (nákladné, specializované laboratoře) a základní (rychle dostupné, cenově méně náročné). Podle rychlosti provedení dělíme na statimová (přednostní), rutinní a z vitální indikace (okamžité). Laboratorní vyšetření se může provádět i na místě (POCT, point of care testing). Využívají se k tomu různé diagnostické proužky (vyšetření heparinované krve nebo moči) (Svoboda, 2008).

9.1 Účel laboratorního vyšetření

Důvody laboratorního vyšetření:

- Potvrzení nebo vyloučení (objektivizace) závěrů klinického a paraklinického vyšetření.
- Diagnostika jednotlivých onemocnění nebo poruch (součást diagnostických algoritmů).
- Kontrola účinnosti terapie, případně dalších opatření (např. dietních).
- Prognóza onemocnění neboli stanovení aktivity a komplikací onemocnění (Doubek, 2003).
- Stanovení vlastností a znaků zkoumaného materiálu (např. typ nádoru, krevní skupina aj.).
- Screening (metabolické testy).

- Stanovení/zpřesnění referenčních hodnot pro určitý druh, kategorii nebo skupinu zvířat.
- Výzkum.

Hodnocení nálezů (interpretaci) je vždy potřeba udělat v celém komplexu vyšetření, která se provádí (Svoboda, 2008).

9.2 Kvalita (jakost) laboratorního vyšetření

- Splnění daného cíle.
- Správnost, tj. míra přiblížení výsledků skutečné hodnotě.
- Přesnost, tj. co nejbližší rovnost jednotlivých měření jednoho vzorku v krátkém období (takzvaně v sérii).
- Reprodukovatelnost, tj. minimální kolísání hodnot kolem střední hodnoty, za stejných podmínek. To se týká delšího období (Doubek, 2003; Svoboda, 2008).
- Srovnatelnost, tj. minimální kolísání hodnot kolem střední hodnoty, ale za různých podmínek (tzn. v různých laboratořích).
- Ekonomická přijatelnost a časová dostupnost.
- Srozumitelnost a včasnost výsledků, které jsou poskytovány.
- Spolehlivost, vyjadřuje hodnoty validity, tj. nejen kvalita, ale i stálost výsledků (Svoboda, 2008).

9.3 Kritéria hodnot laboratorního vyšetření

Laboratoř musí respektovat tato kritéria pro výsledky a hodnoty:

1. Splnění účelu vyšetření, tj. např. stanovení diagnózy, kontroly léčby apod.
2. Požadavek spolehlivosti, tj. stálost a kvalita výsledků (citlivost, specifická) (Doubek, 2003).
3. Požadavek reprodukovatelnosti, tj. dosahování stejných výsledků ve stejných situacích (klinických apod.).
4. Požadavek přesnosti metody, tj. dosahování maximálního přiblížení opakovatelných měření stejného vzorku.
5. Požadavek srovnatelnosti, tj. dosahování výsledků odpovídajících jiným laboratořím.

6. Požadavek dostupnosti, tj. odpovídající časová, kapacitní a ekonomická přijatelnost.
7. Požadavek včasnosti a srozumitelnosti poskytovaných výsledků (Doubek et al., 2010).

9.4 Fáze laboratorního vyšetření

Laboratorní vyšetření je soubor kontrolovaných činností, které jsou navazující na sebe. (Specifické rysy..., 2005). Proces lze rozdělit na tyto fáze:

A. Fáze preanalytická.

Zahrnuje přípravu pacienta a odběrového materiálu, vyplnění žádanky s vyznačením požadavků a dalších údajů, vlastní odběr vzorku, jeho transport, zpracování a uchování (Doubek et al., 2010; Breinek, 2014).

B. Fáze analytická.

Je určení přítomnosti a případně množství zkoumané vlastnosti či parametru. Způsoby stanovení jsou závislé zejména na vybavení jednotlivých laboratoří. Vybavení se odvíjí dle zaměření laboratoře, množstvím prováděných vyšetření a finančních prostředků.

Prostory, tj. příjem vzorků, pomocné laboratorní místnosti, pracovní laboratoře, administrativní a denní místnost, místnost pro odpad, sklad materiálu aj.

Zařízení, tj. elektřiny, vody, osvětlení, instalace plynu, nábytek, klimatizace.

Přístroje, základní-mikroskopy s imerzním objektivem, fotometr (hemoglobinometr), centrifugy, chladničky a mrazničky, počítače krvinek, termostaty, sterilizátory, váhy, pipety, laboratorní míchačky, dávkovače atd (Doubek, 2003).

Speciální-koagulometry, agregometry, multiparametrové analyzátory, průtokové a chlazené odstředivky, denzitometry, fluorescenční mikroskop, chromatograf, denzitometry, průtokový cytometr, fluorescenční mikroskop, imunoanalyzátory, zařízení pro PCR neboli polymerázovou řetězovou reakci.

Materiálové vybavení-na jedno použití (plastový), materiál spotřební (reagencie), nebo na více použití (mikropipety) (Valenciano et al., 2014).

U období preanalytické a analytické fáze probíhá automatizace laboratorního vyšetření, pomocí automatických analyzátorů. Tyto analyzátory se řadí dle různých kritérií např. počet stanovených parametrů, či prováděných metod-monoparametrové (jednouúčelové), multiparametrové (víceúčelvé), dle principu měření-využívající optický systém nebo elektrochemický způsob měření, dle způsobu práce-průtokové,

diskrétní (Doubek, 2003). Automaty usnadňují a urychlují práci. Snižují výskyt chyb, ale mohou vzniknout případy, kdy je hodnota získána měřením jiná, než udává referenční interval a v takových situacích je třeba provést jinou (manuální) metodu, například diferenciální rozpočet bílých krvinek. Pro jednotlivá stanovení jsou vypracovány standardní operační postupy (SOP) (Svoboda, 2008).

C. Fáze postanalytická.

Obsahuje výpočty manuálních a některých přístroji prováděných metod, odeslání výsledků a jejich následné použití ze strany klinického pracoviště. S prováděným vyšetřením musí být řádně vedena dokumentace, která musí být efektivní a při jakékoliv změně vyšetření se musí měnit i ona. Nejdůležitější část fáze postanalytické je správné hodnocení a interpretace výsledků. To není možné bez správného použití referenčních hodnot (Doubek, 2003). Laboratoř může stanovit profily (skupiny vyšetření) anebo algoritmy (postupnost vyšetření). Tyto opatření jsou důležitá pro šetrná, efektivní a ekonomická vyšetření. Správné stanovení a dodržení opatření vede k úspoře času, nákladů potřebných k provedení vyšetření a v neposlední řadě šetří pacienta, kterého mohou vyšetření značně vysilovat (Valenciano et al., 2014). Výsledky vyšetření, zejména krve jsou ovlivňovány různými fyziologickými faktory jako např. fáze reprodukce, věk, pohlaví, plemeno, rytmicita sekrece u hormonů, použitou metodou nebo odběrem materiálu (Svoboda, 2008).

9.5 Referenční hodnoty

Při vyhodnocení výsledků je nutné mít k dispozici referenční hodnoty pro určitý parametr u zdravých jedinců. Referenční hodnoty jsou ohraničeny referenčními mezemi (dolní a horní), mezi nimi leží referenční interval (rozmezí) (Valenciano et al., 2014). Pojem referenční hodnota jednoznačně nahradil pojem normální hodnota, protože nelze přesně vymezit hranici mezi nemocným a zdravým jedincem. Výsledky jsou ovlivňovány rozdílnými podmínkami, fyziologickými odchylkami a postupy uplatněnými, jak preanalytické, tak analytické fázi vyšetření (Doubek, 2003). Referenční hodnoty jsou hodnoty laboratorního vyšetření, mezi kterými leží většina naměřených hodnot daného souboru jedinců. Za většinu považujeme 95 % výsledků. Pokud je dostatečně velké množství dat pro výpočet referenčních hodnot pro zdravé jedince určitého druhu, lze provést jejich zařazení podle kategorií zvířat (věk, pohlaví atd.) (Harvey, 2012). Zdravé jedince můžeme charakterizovat absencí anamnézy závažného onemocnění a jsou bez probíhajícího onemocnění, tudíž bez odchylek

laboratorního a klinického vyšetření, za uplatnění standardních podmínek a postupů v celém průběhu laboratorního vyšetření. Vedle referenčních hodnot se uvádí i tzv. kritické hodnoty. Kritická hodnota je hranice, za kterou je život pacienta ohrožen (Svoboda, 2008).

9.5.1 Hematologické referenční hodnoty

Mladá zvířata mají tendenci mít relativně nízký hematokrit. Dále také aktivně nahrazují plodové (fetální) červené krvinky dospělými erytrocyty. Mají větší erytrocytární anizocytózu, polychromazii a vyšší pohybovou aktivitu jaderných červených krvinek v porovnání s dospělými jedinci. U mladých zvířat je běžný relativně vysoký počet lymfocytů, avšak mohou mít lymfopenii štěňata a koťata mladších 6 měsíců, pokud jejich počet lymfocytů klesne pod 2000 buněk / μl (Valenciano et al., 2014).

Tab. I: Referenční intervaly u psů a koček

Parametr	Pes	Kočka
Erytrocyty ($\cdot 10^{12}/\text{l}$)	5,5-8,5	5,0-10,0
Hematokrit (l / l)	0,37-0,55	0,24-0,45
Hemoglobin (g / l)	120-180	80-150
MCV (fl)	65-75	35-50
MCH (pg)	22-25	12-17
MCHC (g / l)	300-340	290-340
Leukocyty ($\cdot 10^9/\text{l}$)	6,0-17,0	7,0-17,0
Retikulocyty ($\cdot 10^{12}/\text{l}$)	0,005-0,015	0,0025-0,016
Trombocyty ($\cdot 10^9/\text{l}$)	200-500	300-600

Zdroj: Svoboda, 2008; Švalec, 2017

9.6 Vlastnosti laboratorní metody z hlediska klinického

Vyšetřování jedinci jsou z hlediska testování přítomnosti nemoci (patologického procesu) buď nemocní, nebo zdraví. Neexistuje prakticky možnost, kdy by laboratorní vyšetření byla negativní u všech zdravých a pozitivní u všech nemocných jedinců.

Ve skutečnosti máme skupiny:

- 1) zdraví jedinci, kteří mají negativní laboratorní vyšetření neboli správná negativita (SN).
- 2) zdraví jedinci, kteří mají pozitivním laboratorní test neboli falešná pozitivita (FP).
- 3) nemocní jedinci, kteří mají pozitivní laboratorní vyšetření neboli správná pozitivita (SP).
- 4) nemocní jedinci, kteří mají negativní laboratorní vyšetřením neboli falešná negativita (FN) (Doubek, 2003).

9.7 Hematologické vyšetření

Toto vyšetření zahrnuje zkoumání vzorků periferní (obvodové) krve, kostní dřeně, sleziny, jater a případně mízních uzlin. Vyšetření můžeme rozdělit na kvantitativní (numerické testy), funkční a kvalitativní (morfologické). Použité metody na automatizované, přístrojové a manuální (Doubek, 2003) Mezi kvantitativní (numerické testy) řadíme, určení základních hodnot erytrocytu (MCV, MCH, MCHC), počet erytrocytů, leukocytů, retikulocytů, koncentrace hemoglobinu a stanovení hematokritu. Kvalitativním vyšetřením se provádí diferenciální rozpočet bílých krvinek (Uhríková, ©1993; Svoboda, 2008).

9.7.1 Základní hematologické indikace

- Všeobecné vyšetření.
Počet leukocytů a jejich diferenciální rozpočet, hematokrit, hemoglobin.
- Předoperační vyšetření.
Počet leukocytů a jejich diferenciální rozpočet, hematokrit, hemoglobin, aktivovaný parciální tromboplastinový čas, počet trombocytů.
- Šokové stavy.
Počet leukocytů a jejich diferenciální rozpočet, hemoglobin, hematokrit (Svoboda, 2008; Doubek et al.,2010).
- Nechutenství.

Počet leukocytů a jejich diferenciální rozpočet, hematokrit.

- Zvracení.

Počet leukocytů a jejich diferenciální rozpočet, hematokrit (Svoboda, 2008).

- Průjem.

Počet leukocytů a jejich diferenciální rozpočet, hemoglobin, hematokrit.

- Polydipsie/polyurie.

Počet leukocytů, hematokrit.

- Slabost, poruchy růstu a vývoje.

Počet leukocytů a jejich diferenciální rozpočet, hemoglobin, hematokrit (Doubek, 2003; Svoboda, 2008).

- Anémie (jako projev-anemický syndrom).

Počet retikulocytů, počet leukocytů a jejich diferenciální rozpočet, MCV, MCH, MCHC, hemoglobin, hematokrit, počet erytrocytů.

- Poruchy hemostázy.

Aktivity koagulačních faktorů, protrombinový čas (Quickův test), případně fibrinogen, aktivovaný parciální tromboplastinový čas, časy krvácení, počet trombocytů.

- Onemocnění kůže.

Počet leukocytů a jejich diferenciální rozpočet, počet eozinofilů (Doubek, 2003).

- Onemocnění dýchacího systému.

Počet eozinofilů, počet leukocytů a jejich diferenciální rozpočet, hematokrit.

- Onemocnění trávicího systému.

Počet retikulocytů, hematokrit, počet leukocytů a jejich diferenciální rozpočet (Svoboda, 2008; Doubek et al., 2010).

- Onemocnění jater.

Protrombinový čas, počty leukocytů, erytrocytů, trombocytů.

- Onemocnění ledvin.

Počet retikulocytů, počet leukocytů, hematokrit, hemoglobin.

- Poruchy metabolismu elektrolytů a vody.

Počet erytrocytů, MCV, hematokrit (Svoboda, 2008).

9.7.2 Hematologické postupy

Krev odebraná pro kompletní krevní obraz (CBC) by měla být analyzována do jedné hodiny. Pokud není krev analyzována během jedné hodiny, měl by se připravit krevní nátěr a zkumavka by se měla dát chladit. Jestliže se krev uchovává ve zkumavce v pokojové nebo ve vyšší teplotě, může se například zvýšit průměrný objem buňky (MCV) a množství hematokritu. Pro některé analytické systémy s diferenciální schopností se laboratořím doporučuje uchovávat vzorky při pokojové teplotě (Harvey, 2012). Krev by nikdy neměla být zmrazena, protože poté dochází k lýze buněk. Pro hematologické měření by měla být EDTA zkumavka naplněna do určitého objemu. Mělo by se vyvarovat kontaminaci tkáně během venipunktury. Kontaminace tkání během venipunktury vede k agregaci krevních destiček, a to snižuje jejich koncentraci destiček (Valenciano et al., 2014). V takovém případě je důležité zvážit variace (odchylky) ve výsledcích testů, které by mohly souviset s dříve uvedeným charakteristikami (např. věk, plemeno, pohlaví). Je nutno brát v úvahu tyto charakteristiky při vyhodnocování možných příčin u hodnot, které se nacházejí mimo referenční interval (zejména u mírně abnormálních hodnot). Například referenční interval hematokritu (HCT) pro psy je přibližně 36-55 %. Je však známo, že některá malá plemena, zejména pudl, mají hodnoty HCT 50 %. Pes plemene pudl s HCT 42 může být anemický (Jack a Watson, 2014). Nedoplnění zkumavky (nadměrná EDTA) může naředit vzorek a tím zkreslit RBC. Přeplnění zkumavky (nedostatečná EDTA) můžou vést k tvorbě sraženin (Thrall, 2012).

9.7.3 Vyšetření obvodové krve

Laboratorní vyšetření obvodové krve lze rozdělit na tři fáze. První fází preanalytickou, druhou analytickou a poslední postanalytickou. Všechny fáze jsou stejně důležité. V některých případech (praktičtí veterinární lékaři) je viditelné mírné zanedbání první fáze. (Pecka, 2010; Doubek et al., 2010)

9.7.4 Preanalytická fáze

Příprava pacienta a odběrového materiálu

- Klidné zacházení se zvířetem.
- Respektování antiseptiky a aseptiky (Doubek, 2003; Pecka, 2010).

- Vhodně zvolený a použitý protisrážlivý prostředek. Jinak hrozí změna složení krve (heparin poškozují trombocyty a leukocyty, tudíž je naprosto nevhodný při morfologickém vyšetření) (Doubek, 2003).
- Správnou volbu odběrového materiálu (např. citrátovou krev je potřeba odebírat do plastových zkumavek, aby bylo zajištěno co nejpřesnější koagulační vyšetření apod.) (Doubek et al., 2010).
- Správné označení všech vzorků, ať už odebraných neboli primárních, nebo zpracovaných neboli sekundárních. Při jakémkoliv nedodržení značení hrozí záměna (Pecka, 2010).

Odběr vzorku

Vzorky krve se odebírají z kapilár a vén (Pecka, 2010).

Místo odběru

Pes

U psa se krev odebírá z vena cephalica antebrachii (žíly horní končetiny) a fyziologická poloha v leže nebo sedě (Doubek, 2003), vena saphena (žíly dolní končetiny) zvíře leží v boční poloze (Svoboda, 2008) a vena jugularis (krční žíly) poloha vsedě (Schrey, 2010). Dále se krev může odebírat z artéria femoralis (stehenní tepny) u štěnat malý objem krve (Svoboda, 2008), dorzální ocasní žíly, kardiální punkce (punkce srdce) nebo polštářku na končetině (Schrey, 2010). Obtížnější místa pro odběr potřebují, ale určitou zručnost a šikovnost, proto se používají jen zřídka (Doubek, 2003). Polštářek na končetině se používá pro krevní nátěr (Valenciano et al., 2014).

Kočka

U kočky se krev odebírá z vena cephalica antebrachii (žíly horní končetiny) fyziologická poloha vleže nebo sedě (Svoboda, 2008), vena saphena (žíly dolní končetiny) zvíře leží v boční poloze (Doubek, 2003) a vena jugularis (krční žíly) poloha v sedě (Schrey, 2010). Za určitých okolností a zručnosti se dále může odebírat z artéria femoralis (stehenní tepny) u koťat malý objem krve, dorzální ocasní žíly, kardiální punkce (punkce srdce) (Doubek, 2003).

Doba odběru

Nalačno (obvykle 12 h hladovka, po odpočinku, periodě, nepřijímání léků a krmiva), pacienti trpící nechutenstvím plní požadavek nalačno, nejlépe ráno, u drobných savců by hladovka neměla trvat déle jak 6 hodin vzhledem k jejich vysoké úrovni metabolismu (Svoboda, 2008).

Způsob odběru

Minimální komprese, pokud je to možné stálá poloha zvířete a fixace, omezení uvolňování aktivačních faktorů pomocí komprese kratší než 30 s, zvláště šetrný odběr musí být na hemokoagulační vyšetření (Doubek, 2003). Metoda dvou stříkaček (první na libovolná vyšetření a druhá pro hemokoagulační vyšetření z důvodu vyloučení interference uvolněného TF), kapilární krev odebrat pomocí malého vpichu v prokrveném místě. Krev nechat vytékat, nevytlačovat (Svoboda, 2008).

9.7.5 Zkumavky pro odběr vzorků

Pro odběr krve se používá řada komerčně dostupných zkumavek. Tyto zkumavky obsahují vhodný antikoagulant pro různé diagnostické postupy (Harvey, 2012). Tyto zkumavky jsou nazývané jako tzv. vakuové (výrobce Becton-Dickinson), jsou běžně označovány podle barvy zátky, která se používá k identifikaci typu antikoagulačního systému, který zkumavka obsahuje (Jack a Watson, 2014).

9.8 Druhy vyšetřovaných vzorků

Pro hematologické vyšetření se používá buď plná krev (nezpracovaná) nebo pouze její části (Doubek, 2003; Harvey, 2012). Krev se odebírá do zkumavek, ve kterých je antikoagulační neboli protisrážlivý prostředek, zřídka kdy se použije krev nativní. Protisrážlivý prostředek pracuje na principu vyvázání vápníku (Doubek, 2003).

- Nativní krev, imuno hematologické vyšetření.
- EDTA krev, hematologická vyšetření a speciální imuno hematologické vyšetření.
- Sedimentace erytrocytů, citrátová krev, koagulační testy, funkční hematologická vyšetření.
- Imuno hematologická vyšetření, sérum (Doubek et al., 2010).
- Základní hemokoagulační vyšetření, citrátová plazma chudá na trombocyty.
- Speciální hemokoagulační vyšetření, citrátová plazma bohatá na trombocyty (která se získává pomocí centrifugace).
- Speciální hemokoagulační vyšetření, oxalátová plazma.
- Imunologické vyšetření, defibrinovaná krev (Doubek, 2003; Doubek et al., 2010).

9.9 Žádanka

- Osobní údaje pacienta.
- Identifikace žadatele o vyšetření.
- Druh krve odebraného vzorku a čas odběru (Specifické rysy..., 2005; Doubek et al., 2010).
- Požadované vyšetření.
- Druh služby, zda normálně či urgentně (tzv. STATIM).
- Podpis žadatele a datum (Doubek, 2003).

Každá zkumavka musí být zřetelně označená, a to celým jménem pacienta, datem a dobou odběru. Některé laboratoře vyžadují údaje o klinickém stavu pacienta, diagnózu, terapii a další vlivy (Svoboda, 2008; Doubek et al., 2010; Pecka, 2010).

Transport vzorku

Transport musí být:

- Šetrný, bez vystavení vzorku nízké a vysoké teplotě, otřesům, nadměrným osvětlením.
- Rychlý neboli krátký čas mezi odběrem a příjmem, vyšetřením vzorku (Doubek, 2003).
- Bezpečný, zajištění sterility a uchování vzorku (pomocí uzavřené odběrové nádoby).
- Upřednostnění transportu krevní plazmy nebo séra před krví plnou (krevní buněčné elementy představují vysoce fragilní kompartment) (Doubek, 2003; Svoboda, 2008).
- Retikulocyty provedení do 1 hodiny.
- Koagulační faktory se musí vyšetřit do 2 hodin (Svoboda, 2008; Doubek et al., 2010).
- Zabezpečit speciální požadavky jako vzorky na vyšetření AB transportovat na tajícím ledu (Svoboda, 2008).

Uchování vzorku

Organizace práce jednotlivých laboratoří udává požadavky na uchování vzorků. Pro uchování vzorků je třeba zajistit podmínky, aby nebyla dotčena kvalita i kvantita vyšetřovaného vzorku (Svoboda, 2008). Způsob uchování ve stavu nativním, či s antikoagulačním (protisrážlivým) prostředkem, čas odběru a teplota uchování se odvíjí od druhu požadovaného vyšetření (Pecka, 2010). Uchování vzorku je možné

i bez předchozího zpracování či po něm. Vzorky by měly být uchovávány v uzavřených zkumavkách. Pokud vzorky uchováváme při nízkých teplotách měly by být rozděleny na menší vzorky (pro jednotlivé analýzy), protože opakované zmrazování a rozmrazování složky krve poškozuje. Sérum a plazma by měla být uchovávána v uzavřených nádobkách (ochrana před odpařením) (Doubek, 2003).

Způsoby uchovávání:

- Nativní krev.
Zpracovat do 2 h, při teplotě 18-25 °C.
Uchování maximálně 24 h, při teplotě 4 °C.
- EDTA plná krev.
Retikulocyty a krevní nátěry do 1 h, další vyšetření (především počty trombocytů a leukocytů) do 2 h, při teplotě 18-25 °C (při pokojové teplotě).
- Citrátová krev.
U naprosté většiny koagulačních testů je potřeba vzorek zpracovat do 2 h od odběru.
- Citrátová plazma.
Je možné uchovávat až 4 h, při dodržení teploty 4 °C.
Uchovávat (v malých množstvích do 1 ml) maximálně 48 h, při teplotě -20 °C.
Při teplotě -70 °C, lze uchovávat dlouhodobě v malých dávkách.
- Sérum.
Analyzovat do 2 h, při teplotě 18-25 °C.
Při teplotě 4 °C, analýzy je třeba provést do 10 dní ve sterilních podmínkách.
Lze uchovávat max. 30 dní, při teplotě -20 °C.
Uchovávat i měsíce, při teplotě -40 °C (Doubek, 2003).

9.10 EDTA

Zkumavka s víčkem fialové barvy obsahuje antikoagulační činidlo ethylendiamintetraoctové kyseliny (EDTA). K vyšetření krevního obrazu je využívána nesrážlivá krev s antikoagulantem K3EDTA nebo K2EDTA (draselná sůl kyseliny ethylendiamintetraoctové). Tato zkumavka se používá při odběru krve na hematologické stanovení (Jack a Watson, 2012).

Zpracování vzorku

Zpracování vzorku krve musí být provedeno co nejdříve po jeho odběru. Centrifugace je nejčastěji využívaná pro zpracování krve k analytickým účelům.

Pracuje na základě jednotlivých hmotností různých složek krve (Doubek, 2003). Další způsob je tzv. separace. Ta pracuje s gravitační silou, která díky rotacím oddělí složky krve od sebe. Velikostí gravitační síly se odvíjí od počtu otáček a velikosti rotoru. (Pecka, 2010).

Podmínky centrifugace:

- Citrátová plazma bohatá na trombocyty 200-400 g /10 min.
- Citrátová plazma chudá na trombocyty ≥ 1000 g /20 min.
- Sérum 1000 g /20 min.
- Pro imunologická vyšetření je potřeba krev defibrinovat (Breinek, 2014).

9.11 Míchání krve

Předpokládá se, že vzorek krve byl čerstvý a správně odebraný do zkumavky kyseliny ethylendiamintetraoctové (EDTA). Jestliže se provádí nějaké hematologické vyšetření je důležité, aby byla krev dobře promíchána. Buněčné složky se mohou rychle usazovat, zatímco je zkumavka umístěna na pultu nebo ve stojanu. Míchání lze provést ručním převrácením zkumavky sem a tam (Jack a Watson, 2012).

9.12 Příčiny odchylek

- Stres.
V důsledku redistribuce krve ze zásobáren, se zvyšuje počet erytrocytů, hodnota hematokritu, případně koncentrace hemoglobinu, dále počty leukocytů a neutrofilů.
- Fyzická námaha.
Zvyšuje hodnoty hematokritu a koncentraci hemoglobinu (Doubek, 2003).
- Kontakt s antiseptikem.
Chemická hemolýza způsobí aktivování koagulace, hlavně při první kapce u odběru kapilární krve.
- Rychlá aspirace, rychlé vyprázdnění stříkačky pomocí jehly, vysoké otáčky při centrifugaci apod.
Poškození buněk (např. aktivace faktorů koagulace nebo mechanická hemolýza), aktivace koagulačních faktorů (Doubek, 2003; Doubek et al., 2010).
- Nestejná poloha těla.
V důsledku gravitace jsou při odběru krve z končetinových žil u velkých a středních zvířat vestoje oproti zvířatům vleže zvýšené počty buněčných

elementů, zvýšené hodnoty hematokritu a koncentrace hemoglobinu (Chyby a omyly..., 2014).

- Z místa vpichu pomalu vytéká krev.
Počet trombocytů se sníží (adheze k okrajům vpichu) (Doubek, 2003).
- Krev odebraná na heparin.
Shlukování erytrocytů a poškození trombocytů a leukocytů.
- Hemoglobin, který se uvolňuje při hemolýze
Může ovlivňovat výsledky různých analýz kvůli možné reakci s činidly.
Například fotometrické analýzy znehodnotí červená barva hemoglobinu.
- Vytlačování kapilární krve.
Zředění vzorku intersticiální tekutinou (Doubek, 2003).
- Použití zkumavky či tzv. mokré jehly.
Osmotická hemolýza (rozpad erytrocytů).
- Zmrazení krve nebo naopak působení vysoké teploty.
Termická hemolýza (Doubek, 2003; Doubek et al., 2010).

Analytická fáze

Rozumí se tím, vlastní zpracování požadavků na vyšetření biologického materiálu v laboratoři. Statistiky uvádějí, že tvoří jednu čtvrtinu času z celkové doby od odběru vzorku do doby dodání výsledku ošetřujícímu lékaři (Laboratorní příručka, 2018). Díky chybovosti je, dle statistik nejméně významná. Ošetřena je systémem vnějších a vnitřních laboratorních kontrol a souborem pokynů pro údržbu laboratorních analyzátorů (Farkačová, 2007)

Příprava vzorku

Temperování u vzorků, které jsou uchovávány při nízkých teplotách (na pracovní teplotu je potřeba stoupnout postupně a pozvolna, jinak hrozí hemolýza). Šetrné promíchání (jinak hrozí poškození buněk a aktivace koagulace).

Další postup se odvíjí dle užití metody (Doubek, 2003). Vzorek se vloží do analyzátoru podle požadavků, zvolí se typ vyšetření a počká se na výsledek. U každého analyzátoru je specializovaný laborant (Laboratorní příručka, 2018).

Postanalytická fáze

Zahrnuje správnou klinickou interpretaci laboratorních výsledků a vzájemnou komunikaci mezi laboratoří a žadatelem (Racek, 2006). Po provedení vyšetření jsou výsledky z analyzátorů převedeny do informačního laboratorního systému.

Správnost výsledků je ověřena na úrovni laborantské kontroly. Po verifikaci pracovníkem, který je odpovědný (úroveň vysokoškolské kontroly), jsou výsledky uvolněny žadateli ve formě elektronické a tištěné (Farkačová, 2007). Tištěná podoba výsledků je žadatelům dopravována svozovými auty. Pokud se jedná o statimové výsledky, jsou sdělovány elektronickou formou nebo telefonicky. Specializované vyšetření se vytisknou ve formě „důvěrné“ a vydávají se přímo do rukou žadatele v obálce, která je zalepená (Racek). Pacientům se výsledky nevydávají, ani telefonicky nesdělují. Mohou se vydat, pouze pokud na žádance od lékaře je písemný souhlas s vydáním výsledku, nebo to jsou samoplátci. Při vydání výsledků do rukou pacienta je pracovník laboratoře oprávněn požadovat doklad totožnosti (Laboratorní příručka, 2018).

Vydání kritických výsledků

Jedná-li se o výsledky výrazně patologické, sdělují se žadateli neprodleně. Bez ohledu, zda byly vyšetřeny v režimu rutinním nebo statimovém (Laboratorní příručka, 2018). Za hlášení těchto výsledků je zodpovědný laborant, který u analyzátoru pracuje a jím byl i výsledek stanoven (Farkačová, 2007). Výsledek před sdělením žadateli, se pro kontrolu ještě zopakuje a po jeho potvrzení se sděluje (Specifické rysy..., 2005). Laborant provede elektronický záznam do žádanky. K metodě, kterou prováděl, se komentářem sdělí, že byla provedena „opakovaně“ (Breinek, 2014). Dále se napíše, kdy a jakou formou byla kritická hodnota hlášena. Záznamy jsou uvedeny a vytisknuty na výsledkovém listu a zároveň skladovány společně s žádankou v podobě elektronické (Laboratorní příručka, 2018).

10 Cíle práce a hypotézy

Cílem této práce je stanovit u pěti set veterinárních vzorků hodnoty krevního obrazu. Porovnány jsou veterinární vzorky u psů a koček. Od každého rodu zvířete bylo získáno 250 vzorků a tedy i 250 výsledků krevního obrazu. U získaných hodnot byla posouzena korelace mezi jednotlivými parametry krevního obrazu (pes x kočka).

Hypotézy:

- 1) psi mají stejné množství leukocytů jako kočky.
- 2) psi mají stejné množství hemoglobinu jako kočky.
- 3) psi mají stejné hodnoty hematokritu jako kočky.
- 4) psi mají stejné množství erytrocytů jako kočky.
- 5) psi mají stejné množství trombocytů jako kočky.

11 Metodika

Pro zhodnocení korelace mezi vybranými parametry krevního obrazu u psů a u koček bylo získáno 250 vzorků od každého ze zmíněných druhů. Vzorky byly vybírány náhodně, bez ohledu na diagnózu. Tak jak přicházely z veterinárních ordinací do laboratoře Synlab czech, s.r.o., České Budějovice, v období od roku 2018 do roku 2019. Odběr vzorků, jejich transport do laboratoře a zpracování před samotnou analýzou. Analýza i postanalytická fáze probíhaly podle příslušných směrnic společnosti Synlab czech, s.r.o.

Vzorky k vyšetření krevního obrazu jsou odebírány do zkumavek BD Vacutainer obsahujících antikoagulant K3EDTA. Důležité je dodržení správného poměru antikoagulantu a odebrané krve. Po odběru jsou vzorky bez zbytečného prodlení doručeny za stálého zajištění pokojové teploty do laboratoře, kde prochází kontrolou na příjmu materiálu a poté jsou do čtyř hodin od odběru zpracovány.

Vyšetření krevních obrazů probíhalo na automatickém analyzátoru Sysmex XN 1000, dodavatel Sysmex Corporation, rok výroby 2017, zavedení analyzátoru do provozu laboratoře Synlab czech, s.r.o., České Budějovice 12/2017. Analyzátor je schopen stanovit celou řadu parametrů krevního obrazu, pro účely výzkumu byly vybrány pouze následující:

- Množství erytrocytů.
- Množství hemoglobinu.
- Hodnoty hematokritu.
- Množství leukocytů.
- Množství trombocytů.

Erytrocyty jsou měřeny hydrodynamickou fokusací. Hodnota je udávána $\cdot 10^{12}/l$. Hematokrit je měřen impedančně po měření erytrocytů. Jeho hodnota je udávána v l/l. Hemoglobin je měřen spektrofotometricky po lýze erytrocytů. Jeho hodnota je udávána v g/l.

Leukocyty jsou měřeny fluorescenční průtokovou cytometrií. Hodnota se udává $\cdot 10^9/l$.

Trombocyty jsou měřeny fluorescenční průtokovou cytometrií nebo hydrodynamickou fokusací. Hodnota je udávána $\cdot 10^9/l$.

Hodnoty zkoumaných parametrů se dále třídí podle druhu a věku zvířete, byl vypočítán průměr, medián, modus. Pro každý parametr a každý druh zvířete byl spočítán průměr pro věkovou skupinu:

- Méně než jeden rok.
- Od jednoho roku do šesti let.
- Od šesti let do deseti let.
- Od deseti let do patnácti let.
- Od patnácti let do dvaceti let.
- Skupina, u níž nebyl laboratoři věk zvířete sdělen.

Takto získané průměry u psů byly porovnány s příslušnými průměry u koček. Vzájemná korelace mezi jednotlivými parametry psů a koček bez ohledu na věk byla zhodnocena metodou parametrickou.

12 Výsledky a diskuze

Do hodnocení bylo zařazeno 250 krevních obrazů psů a 250 krevních obrazů koček. Zvířata byla rozdělena podle druhu, aby mohl být určen korelační koeficient. Byl použit Pearsonův korelační koeficient.

Tab. II: Naměřené hodnoty zjišťovaných parametrů

	Psi					Kočky				
	Leu [· 10 ⁹ /l]	Hb [g /l]	Hct [l /l]	Ery [· 10 ¹² /l]	Tromb [· 10 ⁹ /l]	Leu [· 10 ⁹ /l]	Hb [g /l]	Hct [l /l]	Ery [· 10 ¹² /l]	Tromb [· 10 ⁹ /l]
Průměrná hodnota	12,3	169,1	0,500	7,29	323	11,9	123,3	0,420	8,90	285
Modus	10,0	176,5	0,511	7,63	312	10,2	128,0	0,420	9,29	289
Medián	9,3	177,0	0,567	8,08	212	8,2	131,0	0,410	10,90	497

V tabulce II jsou uvedené průměrné hodnoty, modus a medián ke každému parametru, který byl sledován. Hodnoty leukocytů jsou vyšší u psů než u koček, jak je vidět v tabulce. Průměrné hodnoty leukocytů spadají do referenčního rozmezí, jak jej udává Řeháková (2007), Svoboda (2008). Hodnoty hemoglobinu u psů jsou vyšší, proto překračují referenční rozmezí, které udává Řeháková (2007). Hematokrit u koček je vyšší než referenční rozmezí, které udává Řeháková (2007), ale podle hodnot, které udává Kopřiva (2012) je to v pořádku a v referenčním rozmezí.

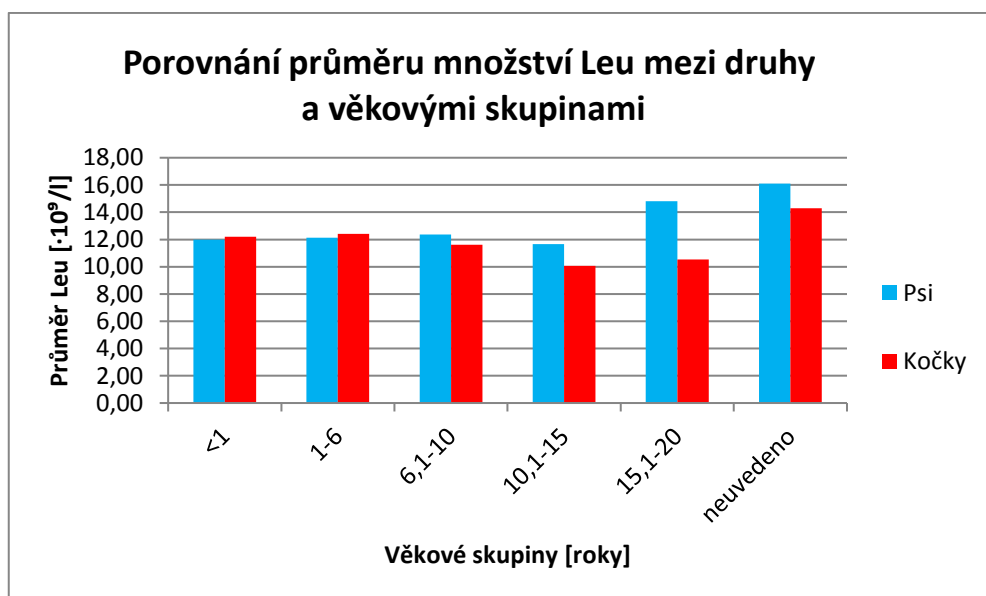
Tab.III: Erytrocytární parametry

	Psi			Kočky		
	MCV [fl]	MCH [pg]	MCHC [g /l]	MCV [fl]	MCH [pg]	MCHC [g /l]
Průměrná hodnota	68,8	23,3	339	47,7	14,1	280
Medián	69,0	23,0	337	47,0	14,0	292
Modus	69,0	24,0	349	52,2	14,0	303

Tab.IV: Vypočítané korelační koeficienty

Korelační koeficienty	
Leukocyty	0,871686
Hemoglobin	0,997194
Hematokrit	0,995357
Erytrocyty	0,994370
Trombocyty	0,986655

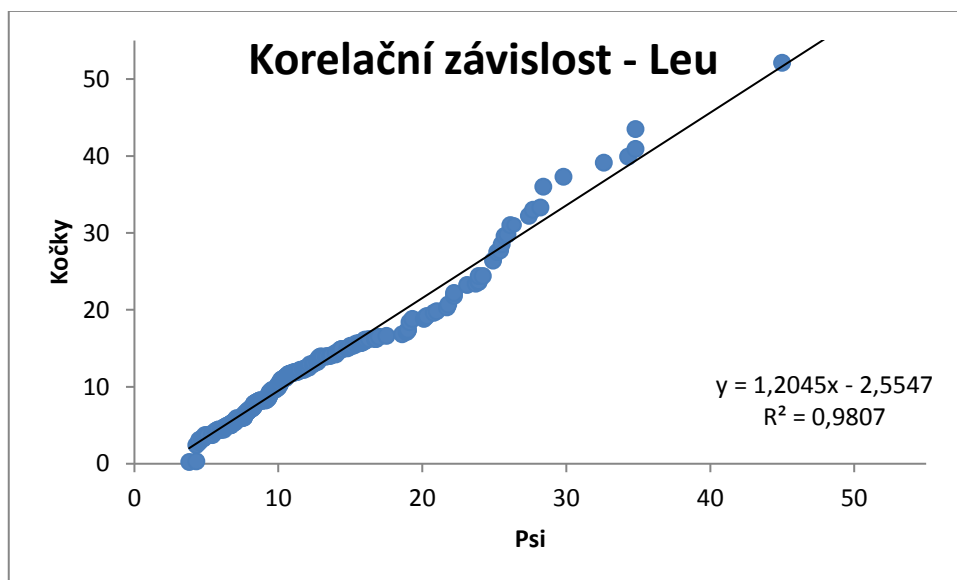
V tabulce IV jsou znázorněny vypočítané hodnoty korelačních koeficientů. Obecně platí, že korelační koeficient nabývá hodnot od -1 do +1. Hodnota 1 značí lineární vztah kladný a hodnota -1 značí lineární vztah záporný. V případě kladné korelace hodnoty obou proměnných zároveň stoupají. V případě záporné korelace hodnota jedné proměnné stoupá a druhé klesá.



Obr. 1: Porovnání průměru leukocytů mezi druhy a věkovými skupinami

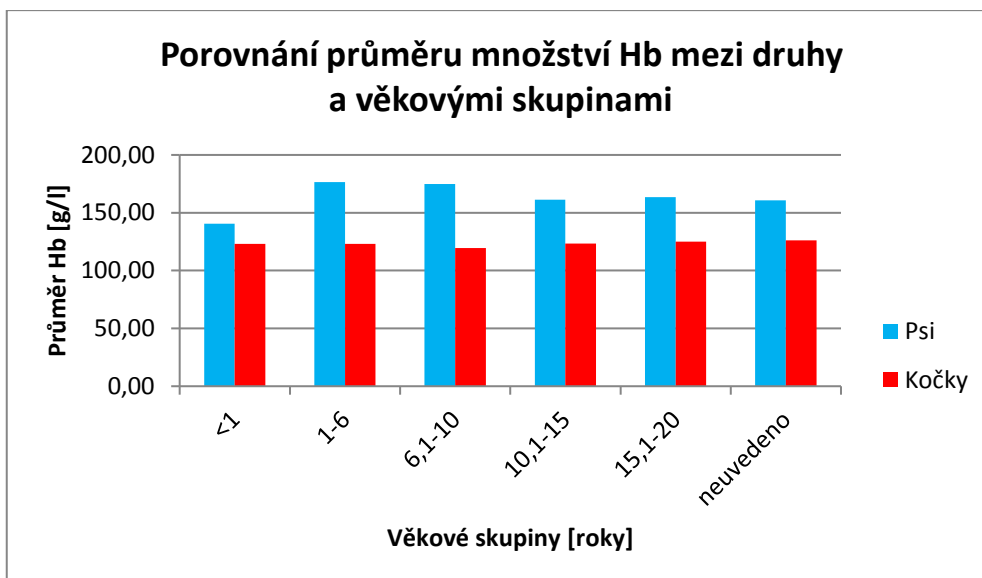
Z obrázku číslo 1 je patrné, že průměrné hodnoty leukocytů ve věkových skupinách skupiny 6,1 -10; 10,1 -15; 15,1 -20 a neuvedeno, jsou vyšší u psů. Ve věkových kategoriích <1 a 1-6 mají vyšší průměrné hodnoty kočky. Nejvyšší průměrné hodnoty leukocytů u psů dosahují k $16,00 \cdot 10^9/l$ a nacházejí se v referenčním rozmezí (Svoboda, 2008; Jak se vyznat..., 2017). Největší rozdíl hodnot mezi druhy je vidět ve věkové skupině 15,1 -20. Zatímco ve věkové skupině <1 jsou hodnoty téměř stejné.

Byl sestaven graf (obr. 2) pro zjištění korelační závislosti leukocytů mezi psy a kočkami.



Obr. 2: Korelační závislost psi a kočky u leukocytů

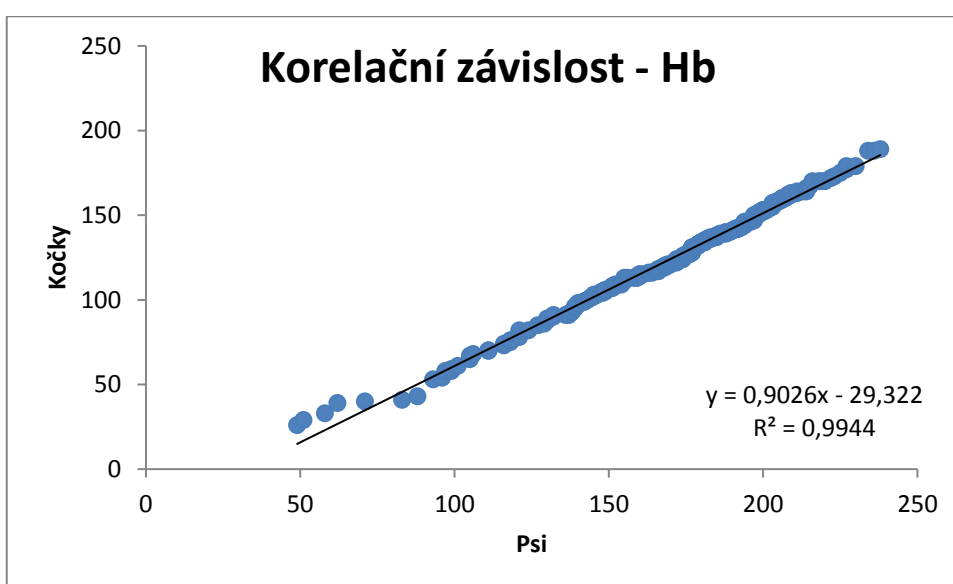
Z hodnot leukocytů u psů a koček byl vypočítán regresivní koeficient $R^2 = 0,9807$. Z regresivního koeficientu byl dopočítán korelační koeficient, který má hodnotu 0,871686. Korelační koeficient má zápornou hodnotu, tudíž hodnota proměnné u koček stoupá a u psů klesá. Nejvyšší vyšetřovaná hodnota u koček je $52,1 \cdot 10^9/l$ a u psů to bylo $45 \cdot 10^9/l$. Podle Hematology reference intervals (©2014) tyto nejvyšší hodnoty nespádají do referenčního rozmezí ani u psů a ani u koček. Dle zjištěných výsledků lze říci, že množství leukocytů je u psů i u koček srovnatelné.



Obr. 3: Porovnání průměru hemoglobinu mezi druhy a věkovými skupinami

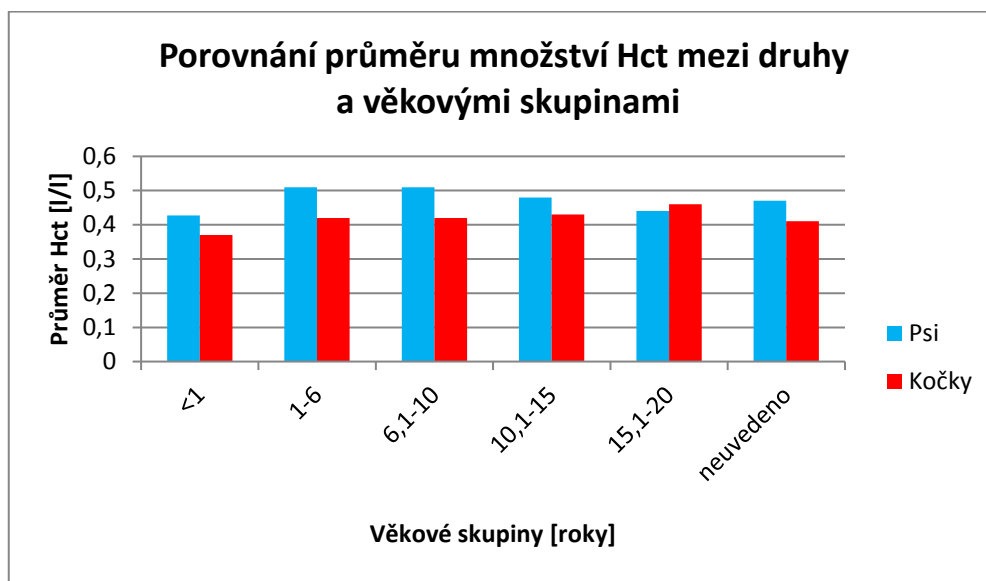
Z obrázku číslo 3 je patrné, že ve všech věkových skupinách jsou hodnoty hemoglobinu vyšší u psů než u koček. Z grafu (obr. 3) je patrné, že kočky ve všech věkových skupinách mají hodnoty v rovnováze. Ve věkových skupinách 1-6 a 6,1-10 jsou hodnoty u psů o něco vyšší než u ostatních věkových skupin. Nejnižší hodnoty u psů jsou patrné ve věkové skupině <1. U věkových skupin 10,1-15; 15,1-20 a neuvvedeno jsou hodnoty hemoglobinu u psů téměř totožné. Tyto hodnoty, ale jsou v referenčních mezích, které udává Řeháková (2007), Jak se vyznat... (2017).

Dále byl sestaven graf (obr. 4) pro zjištění korelační závislosti hemoglobinu mezi psy a kočkami.



Obr. 4: Korelační závislost psi a kočky u hemoglobinu

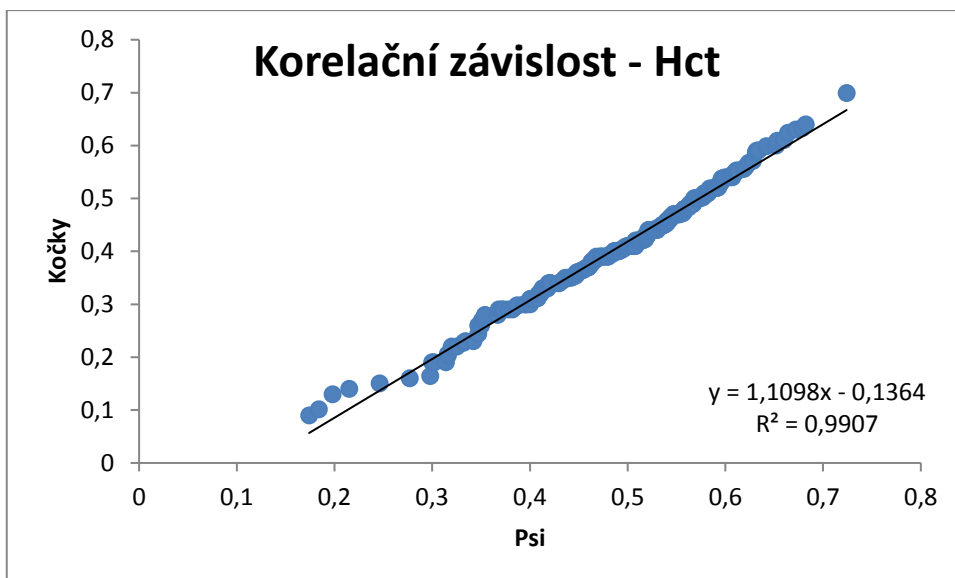
Z hodnot hemoglobinu u psů a koček byl vypočítán regresivní koeficient $R^2 = 0,9944$. Z regresivního koeficientu byl dopočítán korelační koeficient, který má hodnotu 0,997194. Korelační koeficient má kladnou hodnotu, tudíž hodnoty obou proměnných jak u koček, tak u psů stoupají. Nejvyšší vyšetřovaná hodnota u koček je 189 g/l a u psů to bylo 238 g/l. Podle uoguelph.ca tyto nejvyšší hodnoty nespádají do referenčního rozmezí ani u psů a ani u koček. Dle zjištěných výsledků lze říci, že množství hemoglobinu je u psů i u koček srovnatelné.



Obr. 5: Porovnání průměru hematokritu mezi druhy a věkovými skupinami

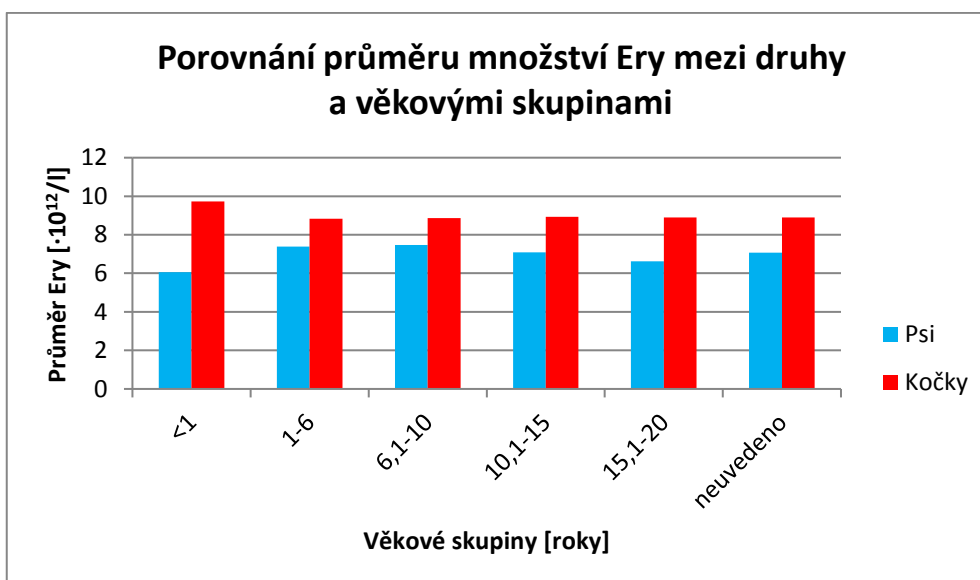
Na obrázku číslo 5 jsou vidět vyšší hodnoty hematokritu skoro ve všech věkových kategoriích u psů. Jedinou výjimkou je věková skupina 15,1-20 kde je vyšší hodnota u koček. Věková skupina <1 u koček se jako jediná vešla do referenčního rozmezí, které udává Svoboda (2008). Ostatní věkové skupiny u koček jsou vyšší jak referenční rozmezí (Řeháková, 2007; Jak se vyznat..., 2017), a Kopřiva (2012) udává referenční rozmezí podle, kterého jsou i ostatní věkové skupiny koček v referenčním rozmezí. U psů jsou vyrovnané hodnoty ve věkových skupinách 1-6 a 6,1-10.

Byl sestaven graf (obr. 6) pro zjištění korelační závislosti hematokritu mezi psy a kočkami.



Obr. 6: Korelační závislost psi a kočky u hematokritu

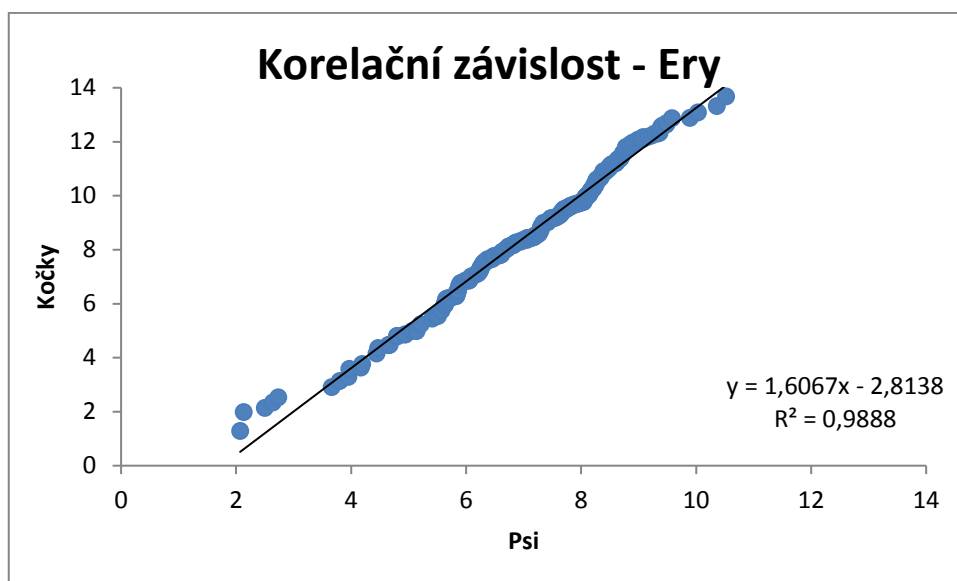
Z hodnot hematokritu u psů a koček byl vypočítán regresivní koeficient $R^2 = 0,9907$. Z regresivního koeficientu byl dopočítán korelační koeficient, který má hodnotu 0,995357. Korelační koeficient má zápornou hodnotu, tudíž hodnota proměnné u koček stoupá a u psů klesá. Nejvyšší vyšetřovaná hodnota u koček je 0,699 l/l a u psů to bylo 0,724 l/l. Podle Hematology reference intervals (©2014) tyto nejvyšší hodnoty nespádají do referenčního rozmezí ani u psů a ani u koček. Dle zjištěných výsledků lze říci, že hodnoty hematokritu je u psů i u koček srovnatelné.



Obr. 7: Porovnání průměru množství Erytrocytů mezi druhy a věkovými skupinami

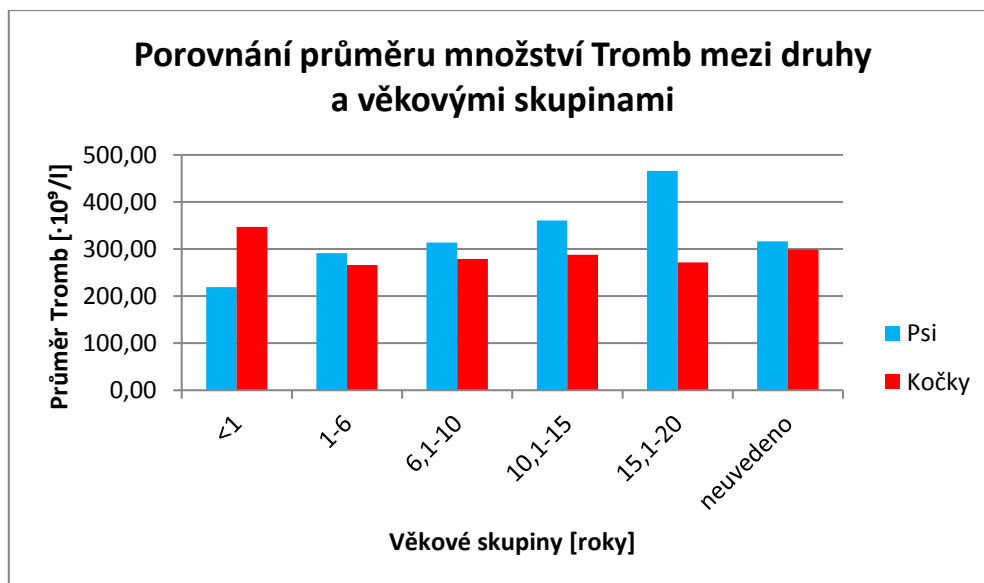
Z obrázku číslo 7 je patrné, že hodnoty erytrocytů jsou vyšší u koček ve všech věkových skupinách. Největší rozdíl je vidět u koček ve věkové skupině <1, kde jsou hodnoty vysoké. U ostatních věkových skupin koček je patrné, že hodnoty jsou všude stejné. Podle referenčního rozmezí spadají všechny výsledky do hodnot udávaných u Řeháková (2007), Kopřiva (2012) a Jak se vyznat... (2017). Dle osobního sdělení MVDr. Martina Hály (vyučujícího na SOŠ veterinární, mechanizační a zahradnické a Jazykové školy s právem státní jazykové zkoušky, Rudolfovská třída 458/92, 370 01 České Budějovice) dne 13. února 2014 u koček mezi erytrocyty jsou často započítány hodnoty trombocytů, z důvodů jejich podobné velikosti.

Dále byl sestaven graf (obr. 8) pro zjištění korelační závislosti erytrocytů mezi psy a kočkami.



Obr. 8: Korelační závislost psi a kočky u erytrocytů

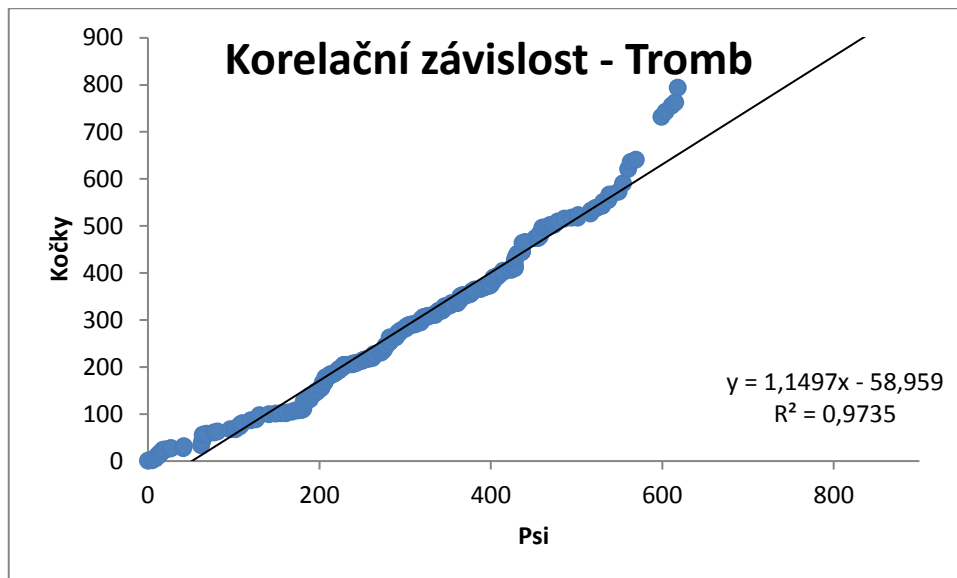
Z hodnot erytrocytů u psů a koček byl vypočítán regresivní koeficient $R^2 = 0,9888$. Z regresivního koeficientu byl dopočítán korelační koeficient, který má hodnotu 0,994370. Korelační koeficient má kladnou hodnotu, tudíž hodnoty obou proměnných u koček a u psů stoupají. Nejvyšší vyšetřovaná hodnota u koček je $13,68 \cdot 10^{12}/l$ a u psů to bylo $10,52 \cdot 10^{12}/l$. Podle Hematology reference intervals (©2014) tyto nejvyšší hodnoty nespádají do referenčního rozmezí ani u psů a ani u koček. Dle zjištěných výsledků lze říci, že množství erytrocytů je u psů i u koček srovnatelné.



Obr. 9: Porovnání průměru trombocytů mezi druhy a věkovými skupinami

Na obrázku číslo 9 je vidět, že kromě věkové skupiny <1 jsou vyšší hodnoty naměřeny u psů. U věkové skupiny <1 mají vyšší hodnoty kočky. U psů ve věkové skupině 15,1-20 je hodnota vysoká. Ve věkových skupinách 1-6; 6,1-10; 10,1-15 a 15,1-20 je hodnota u koček téměř shodná. Jak psi, tak kočky mají hodnoty v referenčním rozmezí, které udávají Řeháková (2007) a Jak se vyznat... (2017). Jak řekla v osobním sdělení MVDr. Ludmila Petraňová Stropnická (Zvěrolékař na klinice Veterina u kostela s.r.o., Novohradská 1238/120, 370 08 České Budějovice) dne 7.10.2014 dále lze pozorovat častý výskyt shluků trombocytů ve výsledcích koček.

Byl sestaven graf (obr. 10) pro zjištění korelační závislosti trombocytů mezi psy a kočkami.



Obr. 10: Korelační závislost psi a kočky u trombocytů

Z hodnot trombocytů u psů a koček byl vypočítán regresivní koeficient $R^2=0,9735$. Z regresivního koeficientu byl dopočítán korelační koeficient, který má hodnotu 0,986655. Korelační koeficient má kladnou hodnotu, tudíž hodnoty proměnných u koček a u psů stoupají. Nejvyšší vyšetřovaná hodnota u koček je $794 \cdot 10^9/l$ a u psů to bylo $618 \cdot 10^9/l$. Podle Hematology reference intervals (©2014) tyto nejvyšší hodnoty nespádají do referenčního rozmezí ani u psů a ani u koček. Dle zjištěných výsledků lze říci, že množství trombocytů je u psů i koček srovnatelné.

13 Závěr

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou stanovení hodnot krevního obrazu u psů a koček. V práci bylo vyhodnoceno celkem 500 vzorků krve, které byly získány rovnoměrně od psů (n =250) a od koček (n =250).

Hodnoty krevního obrazu byly naměřeny čato vyšší jak u psů, tak u koček. Od referenčního rozmezí, které je udáváno v odborné literatuře, ze které bylo v této práci čerpáno, se odchyluje 61 vzorků psů a 104 vzorků koček v případě počtu leukocytů, 103 vzorků psů a 113 vzorků koček v případě hodnot hematokritu, 126 vzorků psů a 70 vzorků koček v případě množství hemoglobinu, 64 vzorků psů a 107 vzorků koček v případě počtu erytrocytů, 91 vzorků psů a 136 vzorků koček v případě počtu trombocytů. Největší odchylka pak byla v obou případech u trombocytů.

Jak tedy ukazuje tato práce, nelze v praxi nahlížet na parametry krevního obrazu u psů a koček a jejich vývoj vzhledem k věku totožně, neboť dochází mezi jednotlivými věkovými skupinami u obou druhů zvířat k výraznějším odchylkám než v případě, že jsou porovnávány pouze průměrné hodnoty bez ohledu na věk. Práce ukazuje na poměrně značném počtu vzorků odchylku od referenčních hodnot, ovšem s nutným dodatkem, že vzorky vyhodnocované v této práci pocházely, jak od zdravých, tak nemocných zvířat, což se pravděpodobně projevilo na výsledcích.

Korelační koeficient u leukocytů vyšel 0,871686. V případě hemoglobinu byl výsledek 0,997194. Korelační koeficient u hematokritu vyšel 0,995357 a u erytrocytů byl výsledkem 0,994370. Posledním výpočtem byl korelační koeficient u trombocytů a ten vyšel 0,986655. Výsledky korelačních koeficientů poukazují na skutečnost, že výsledky krevních obrazů psů i koček jsou srovnatelné, jak u leukocytů, hemoglobinu a hematokritu, tak i u erytrocytů a trombocytů.

K podrobnější analýze by bylo potřeba zapracovat také diagnózy zvířecích pacientů, toto by se mohlo stát předmětem další odborné práce.

14 Zdroje

1. ANYONA, S. B., S. L. SCHRIER, C. W. GICHUKI aj. N. WAITUMBI. Pitting of malaria parasites and spherocyte formation. *Malaria Journal*. 2006, **5** (1), 5:64. DOI: 10.1186/1475-2875-5-64. ISSN 14752875. Dostupné také z: <http://malariajournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1475-2875-5-64>
2. BABUŇKOVÁ, E., P. KAČÍRKOVÁ, M. OUPICKÁ, O. BABUNĚK, P. SALAČOVÁ a M. ŠPAČEK. Stabilita parametrů krevního obrazu a mikroskopicky stanoveného diferenciálního počtu leukocytů. *Transfuzie a hematologie*. 2016, **vol.22**(4), 254-263.
3. BREINEK, P. Preanalytická a postanalytická fáze klinicko-biochemické diagnostiky. *Pre a postanalytika* [online], 2014 [cit. 2019-07-26]. Dostupné z: https://is.muni.cz/el/1411/podzim2016/KBOMII/um/Wiewiorka_Pre_a_Postanalytika.pdf
4. CAWLEY, J.C. a F. G. J. HAYHOE. The Inclusions of the May-Hegglin Anomaly and Dohle Bodies of Infection: an Ultrastructural Comparison. *BJH British Journal of Hematology*. 1972, **22**(4), 491-496.
5. COUTURIER J., A. M. NUOTIO-ANTAR, N. AGARWALL, G. K. WILKERSON, P. SAHA, V. KULKARNI, S. K. LAKHASHE, J. ESQUIVEL, P. N. NEHETE, R. M. RUPRECHT, K. J. SASTRY, J. M. MEYER, L. R. HILL, J. E. LAKE, A. BALASUBRAMANYAM, D. E. LEWIS. Lymphocytes upregulate CD36 in adipose tissue and liver. *Adipocyte*. 2019, **8** (1), 154-163. DOI: 10.1080/21623945.2019.1609202. ISSN 2162-3945. Dostupné také z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21623945.2019.1609202>
6. DOUBEK, J. *Interpretace základních biochemických a hematologických nálezů u zvířat*. 2., doplněné vydání. Brno: Noviko, 2010. ISBN 978-80-86542-22-5.
7. DOUBEK, J. *Veterinární hematologie*. Brno: Noviko, 2003. ISBN 80-865-4202-5.
8. FARKAČOVÁ, J. Akreditace laboratoří podle normy 17025 a souběh s normou 15189. *Konference ČAS* [online]. Karlovy Vary, 2007 [cit. 2019-07-26]. Dostupné z: https://www.cnaa.cz/docs/akce/11-akreditace_dle_normy_17025_a_soubehu_s_normou_15189.ppt.
9. HAGERLING, C. a Z. WERB. Neutrophils: Critical components in experimental animal models of cancer. *Seminars in Immunology*. 2016, **28**(2), 197-204. DOI: 10.1016/j.smim.2016.02.003. ISSN 10445323. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1044532316000063>
10. HÁLA, M. Osobní sdělení vyučujícího. SOŠ veterinární, mechanizační a zahradnická a Jazyková škola s právem státní jazykové zkoušky, Rudolfovská třída 458/92, 370 01 České Budějovice. Dne 13. února 2014.
11. HARVEY, J. W. *Veterinary hematology: a diagnostic guide and color atlas*. 4th ed. St. Louis, Mo.: Elsevier Saunders, 2012. ISBN 978-143-7701-739.

12. HIGGINS, J. M. Red Blood Cell Population Dynamics. *Clinics in Laboratory Medicine*. 2015, **35**(1), 43-57. DOI: 10.1016/j.cll.2014.10.002. ISSN 02722712. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0272271214000985>
13. HOFFMANN, H. J., E. F. KNOL, M. FERRER, et al. Pros and Cons of Clinical Basophil Testing (BAT). *Current Allergy and Asthma Reports*. 2016, **16**(8), 16(8):56. DOI: 10.1007/s11882-016-0633-6. ISSN 1529-7322. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s11882-016-0633-6>
14. HOFÍREK, B. *Nemoci skotu*. 1149 s. Brno: Noviko, 2009. ISBN 978-80-86542-19-5.
15. HUISJES, R., A. BOGDANOVA, W. W. VAN SOLINGE, R. M. SCHIFFELERS, L. KAESTNER a R. VAN WIJK. Squeezing for Life – Properties of Red Blood Cell Deformability. *Frontiers in Physiology*. 2018, **9** (1), 9:656. DOI: 10.3389/fphys.2018.00656. ISSN 1664-042X. Dostupné také z: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fphys.2018.00656/full>
16. JABLONSKA, J. a Z. GRANOT. Neutrophil, quo vadis?. *Journal of Leukocyte Biology*. 2017, **102**(3), 685-688. DOI: 10.1189/jlb.3MR0117-015R. ISSN 0741-5400. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1189/jlb.3MR0117-015R>
17. JACK, C. M. a P. M. WATSON. *Veterinary technician's daily reference guide: canine and feline*. Third edition. Ames, Iowa: John Wiley, 2014. ISBN 978-111-8363-508.
18. JELÍNEK, F. a K. JELÍNEK. *Morfologie hospodářských zvířat: učební text pro studující zemědělských fakult*. 2. vydání. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2006. ISBN 80-704-0845-6.
19. JELÍNEK, P. a K. KOUDELA. *Fyziologie hospodářských zvířat*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. ISBN 80-715-7644-1.
20. KAJEROVÁ, V., J. RYBÁŘ a P. SKŘIVAN. Atlas hematologie zvířat. *Atlas hematologie zvířat* [online]. Střední odborná škola veterinární: Hradec Králové, 2006 [cit. 2019-07-26]. Dostupné z: http://projekty.sosvet.cz/2006_hematologie/index.htm
21. KOPŘIVA, V. Vybrané biochemické a fyziologické hodnoty jednotlivých druhů zvířat. *Doplňkový studijní materiál* [online]. 2012 [cit. 2019-07-26]. Dostupné z: https://cit.vfu.cz/ivbp/wp-content/uploads/2011/07/VY_04_04.pdf
22. KOSMACHEVSKAYA, O. V. a A. F. TOPUNOV. Alternate and Additional Functions of Erythrocyte Hemoglobin. *Biochemistry (Moscow)*. 2018, **83**(12-13), 1575-1593. DOI: 10.1134/S0006297918120155. ISSN 0006-2979. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1134/S0006297918120155>
23. KRAFT, W. a U. M. DÜRR. *Klinická laboratorna diagnostika vo veterinárnej medicíne*. 365 s. Bratislava: Hajko & Hajková, 2001. ISBN 80-88700-51-5.

24. KRČ, I. Hematologie-hodnocení krevního obrazu. *Interní medicína* [online]. II. interní klinika LF UP a FN Olomouc: Interní med, 2007 [cit. 2019-07-26]. Dostupné z: <https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2007/11/11.pdf>
25. LEXOVÁ, S. *Hematologie pro zdravotní laboranty*. 1. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2000. ISBN 80-701-3304-X.
26. LUCIJANIC, M. a M. SKELIN. Platelet Counts and Risk of Major Bleeding With Ibrutinib. *Clinical Lymphoma Myeloma and Leukemia*. 2019, **19**(7). DOI: 10.1016/j.clml.2019.04.001. ISSN 21522650. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2152265019302848>
27. MALLERET, B., A. LI, R. ZHANG, et al. Plasmodium vivax: restricted tropism and rapid remodeling of CD71-positive reticulocytes. *Blood*. 2015, **125**(8), 1314-1324. DOI: 10.1182/blood-2014-08-596015. ISSN 0006-4971. Dostupné také z: <http://www.bloodjournal.org/cgi/doi/10.1182/blood-2014-08-596015>
28. OGLE, M. E., C. E. SEGAR, S. SRIDHAR a E. A. BOTCHWEY. Monocytes and macrophages in tissue repair: Implications for immunoregenerative biomaterial design. *Experimental Biology and Medicine*. 2016, **241**(10), 1084-1097. DOI: 10.1177/1535370216650293. ISSN 1535-3702. Dostupné také z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1535370216650293>
29. OCHOA, D., T. REDONDO a G. MORENO-RUEDA. Mizutama: A Quick, Easy, and Accurate Method for Counting Erythrocytes. *Physiological and Biochemical Zoology*. 2019, **92**(2), 206-210. DOI: 10.1086/702666. ISSN 1522-2152. Dostupné také z: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/702666>
30. PECKA, M. *Laboratorní hematologie v přehledu*. 3. Český Těšín: FINIDR, 2006. ISBN 80-866-8200-5.
31. PECKA, M. a M. BLÁHA. *Praktická hematologie: laboratorní metody*. Český Těšín: Infiniti art, 2010. ISBN 978-80-903871-9-5.
32. PETRÁŇOVÁ STROPNICKÁ L. Osobní sdělení zvěrolékaře. Klinika Veterina u kostela s.r.o., Novohradská 1238/120, 370 08 České Budějovice. Dne 7.10.2014.
33. PIVA, E., C. BRUGNARA, F. SPOLAORE a M. PLEBANI. Clinical Utility of Reticulocyte Parameters. *Clinics in Laboratory Medicine*. 2015, **35**(1), 133-163. DOI: 10.1016/j.cll.2014.10.004. ISSN 02722712. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0272271214001000>
34. PLEBANI, M. Quality in laboratory medicine: 50years on. *Clinical Biochemistry*. 2017, **50**(3), 101-104. DOI: 10.1016/j.clinbiochem.2016.10.007. ISSN 00099120. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S000991201630368X>
35. RACEK, J. *Klinická biochemie*. 2. přepracované vydání. Praha: Galén, 2006. ISBN 80-726-2324-9.

36. RAVIN, K. A. a M. LOY. *The Eosinophil in Infection*. 2016, **50**(2), 214-227. DOI: 10.1007/s12016-015-8525-4. ISSN 1080-0549. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s12016-015-8525-4>
37. REECE, W. O. *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3282-4.
38. REECE, W. O. *Fyziologie domácích zvířat*. Praha: Grada, 1998. ISBN 80-716-9547-5.
39. ŘEHÁKOVÁ, K. Vyšetřovaný biologický materiál. *Klinická laboratoř pro malá zvířata* [online]. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2007 [cit. 2019-07-26]. Dostupné z: <http://www.cklvfu.cz/pokyny.html>
40. SCHREY, C. F. *Vyšetřování psa a kočky v obrazech*. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-802-4731-476.
41. SLÁMA, P., A. PAVLÍK a V. TANČIN. Morfologie a fyziologie hospodářských zvířat. *Mendelu* [online]. Mendelova univerzita v Brně: Mendelova univerzita v Brně, 2015 [cit. 2019-07-28]. Dostupné z: https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty/files/23/23-morfologie_a_fyziologie_hospodarskych_zvirat_word_2010.pdf
42. SOVA, Z. *Fyziologie hospodářských zvířat: celostátní vysokoškolská učebnice pro vysoké školy zemědělské a veterinární. 2., přepracované vydání*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1990. Živočišná výroba (Státní zemědělské nakladatelství). ISBN 80-209-0092-6.
43. SPADA, E., R. PEREGO, L. BAGGIANI a D. PROVERBIO. Haematological and morphological evaluation of feline whole blood units collected for transfusion purposes. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2018, **3** (9), 18:1098612X18798841. DOI: 10.1177/1098612X18798841. ISSN 1098-612X. Dostupné také z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1098612X18798841>
44. STOSIK, M., B. TOKARZ-DEPTUŁA a W. DEPTUŁA. Characterisation of thrombocytes in Osteichthyes. *Journal of Veterinary Research*. 2019, **63**(1), 123-131. DOI: 10.2478/jvetres-2019-0017. ISSN 2450-8608. Dostupné také z: <https://content.sciendo.com/view/journals/jvetres/63/1/article-p123.xml>
45. SVOBODA, M. *Nemoci psa a kočky. 2. vydání*. Brno: Noviko, 2008. ISBN 978-80-86542-18-8.
46. ŠVALEC, J. Referenční rozmezí veterinárních hematologických vyšetření. *Synlab* [online]. Praha, 2017 [cit. 2019-07-26]. Dostupné z: [https://www.synlab.cz/media/editor/files/VD.PJ%2002%20Laboratorn%C3%AD%20p%C5%99%C3%ADru%C4%8Dka_P%C5%99%C3%ADloha%20C4%8D.%206%20Referen%C4%8Dn%C3%AD%20meze%20veterin%C3%A1rn%C3%ADch...%20\(1\).pdf](https://www.synlab.cz/media/editor/files/VD.PJ%2002%20Laboratorn%C3%AD%20p%C5%99%C3%ADru%C4%8Dka_P%C5%99%C3%ADloha%20C4%8D.%206%20Referen%C4%8Dn%C3%AD%20meze%20veterin%C3%A1rn%C3%ADch...%20(1).pdf)
47. THRALL, M. A. *Veterinary hematology and clinical chemistry*. 2nd ed. Chichester: Wiley-Blackwell, 2012. ISBN 978-081-3810-270.

48. TOMAN, M. *Veterinární imunologie*. 2., doplněné a aktualizované vydání. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2464-5.
49. UHRÍKOVÁ, I. Význam hematologického a biochemického vyšetření krve. *Česká asociace veterinárních lékařů malých zvířat* [online]. Praha, ©1993 [cit. 2019-07-26]. Dostupné z: <https://www.cavlmz.cz/sekce/onkologicka-sekce/obecna-veterinari-onkologie/obecne-zasady-diagnostiky-onkologickych-onemocneni/vyznam-hematologickeho-a-biochemickeho-vysetreni-krve/>
50. VALENCIANO, A. C., R. L. COWELL, T. E. RIZZI a R. D. TYLER. *Atlas of canine and feline peripheral blood smears*. 3.dopl. vydání. St. Louis, MO: Elsevier, 2014. ISBN 978-0323044684.
51. WAIDER, K. Rouleaux and saline replacement. *Immunohematology*. 2018, **3** (9), 34(3):91-92.
52. WEISS, D. J. a K. J. WARDROP, ed. *Schalm's veterinary hematology*. 6th ed. Ames: Wiley-Blackwell, 2010. ISBN 978-0813817989.
53. Clinical Diagnostic Laboratory CBC Reference Intervals. *UC DAVIS* [online]. Veterinary Medical Teaching Hospital, 2011 [cit. 2019-07-26]. Dostupné z: https://www.vetmed.ucdavis.edu/sites/g/files/dgvnsk491/files/local_resources/pdfs/lab_pdfs/UC_Davis_VMTH_Hematology_Reference_Intervals.pdf
54. Hematology reference intervals. *Animal Health Laboratory* [online]. University of Guelph, ©2014 [cit. 2019-07-26]. Dostupné z: <https://www.uoguelph.ca/ahl/content/hematology-reference-intervals>
55. Chyby a omyly v laboratorní diagnostice. *Veterinární nemocnice a ambulance* [online]. Zahradní město, 2014 [cit. 2019-07-26]. Dostupné z: <http://www.aavet.cz/chyby-a-omyly-v-laboratorni-diagnostice/>
56. Interpretace krevního obrazu. *Fakultní nemocnice Královské Vinohrady* [online]. Fakultní nemocnice Královské Vinohrady, 2013 [cit. 2019-07-26]. Dostupné z: https://www.fnkv.cz/lab/lp_uld/HVEZDAUACK.htm
57. Jak se vyznat ve výsledcích krevních testů. *Catmania* [online]. 2017 [cit. 2019-07-26]. Dostupné z: <http://www.catmania.cz/zdravi/25-zdravi/199-jak-se-vyznat-ve-vysledcich-krevnich-testu>
58. Laboratorní příručka. *Česká laboratorní* [online]. Praha, 2018 [cit. 2019-07-26]. Dostupné z: <https://www.ceskalaboratorni.cz/laboratorni-prirucka/>
59. Profilová vyšetření [online]. IDEXX VET. MED. LAB: Cymedica CZ, 2013 [cit. 2019-07-26]. Dostupné z: http://cms2.netnews.cz/files/attachments/67030/25752-CZ_Profilova_vysetreni_tisk.pdf
60. Specifické rysy klinicko-biochemické analytiky [online]. 2005 [cit. 2019-07-26]. Dostupné z: orion.chemi.muni.cz/michaw/vyuka/Klinika/podklady_pdf/podklady%20II.pdf

61. Střední obsah hemoglobinu v erytrocytu. *Nemocnice Sušice*[online]. Sušice, 2013 [cit. 2019-08-2]. Dostupné z: <https://www.nemocnice-susice.cz/nemocnice/user/lab/prehled-metod/HVEZDABBGH.htm>

15 Seznam obrázků

Obr. 1: Porovnání průměru Leukocytů mezi druhy a věkovými skupinami.....	48
Obr. 2: Korelační závislost psi a kočky u Leukocytů.....	49
Obr. 3: Porovnání průměru Hemoglobinu mezi druhy a věkovými skupinami.....	49
Obr. 4: Korelační závislost psi a kočky u Hemoglobinu.....	50
Obr. 5: Porovnání průměru Hematokritu mezi druhy a věkovými skupinami.....	51
Obr. 6: Korelační závislost psi a kočky u Hematokritu.....	52
Obr. 7: Porovnání průměru množství Erytrocytů mezi druhy a věkovými skupinami.....	52
Obr. 8: Korelační závislost psi a kočky u Erytrocytů.....	53
Obr. 9: Porovnání průměru Trombocytů mezi druhy a věkovými skupinami.....	54
Obr. 10: Korelační závislost psi a kočky u Trombocytů.....	55
Obr. 11: Analyzátor Sysmex XN 1000.....	67
Obr. 12: Rack s kontrolami pro měření a kontrolu v analyzátoru Sysmex XN 1000.....	68
Obr. 13: Rack s krví zvířecích pacientů.....	68
Obr. 14: Analyzátor Sysmex XN 1000 s vloženým rackem s krvemi pacientů.....	69

16 Seznam tabulek

Tab. I: Referenční intervaly u psů a koček	34
Tab. II: Naměřené hodnoty zjišťovaných parametrů	48
Tab. III: Erytrocytární parametry	48
Tab. IV: Vypočítané korelační koeficienty	48

17 Seznam zkratek

AB acidobazická rovnováha

ADP adenosindifosfát

CBC kompletní krevní obraz

CNS centrální nervový systém

DIC diseminovaná intravaskulární koagulace

DNA deoxyribonukleová kyselina

EPO erytropoetin

ERY erytrocyty, červené krvinky

FN falešná negativita

FP falešná pozitivita

HCT hematokrit

Hgb hemoglobin

IgA imunoglobulin (protilátka) třídy A

IgE imunoglobulin (protilátka) třídy E

IgG imunoglobulin (protilátka) třídy G

K₂EDTA di-draselná sůl kyseliny ethylendiamintetraoctové

K₃EDTA tri-draselná sůl kyseliny ethylendiamintetraoctové

kPa KiloPascal

LEU leukocyty, bílé krvinky

MCH hemoglobin erytrocytu

MCHC střední koncentrace hemoglobinu

MCV střední objem erytrocytu

MHC hlavní histokompatibilní komplex

NaCl chlorid sodný

NK buňky natural killers, přirození zabíječi

PCR polymerázová řetězová reakce

PLT platelets, krevní destičky

POCT point of care testing, testování a měření v místě péče o pacienta

RBC red blood cells, červené krvinky

RDW šíře distribuce červených krvinek

SLE systémový lupus erythematosus

SN správná negativita

SOP standartní operační postupy

SP správná pozitivita

TF tkáňový faktor

TGF transforming growth factor, membránový dimerický receptor

TNF tumor necrosis factor, faktor nádorové nekrózy

Tromb trombocyty, krevní destičky

WBC white blood cells, bílé krvinky

18 Přílohy



Obr. 11: Analyzátor Sysmex XN 1000

Zdroj: Autor



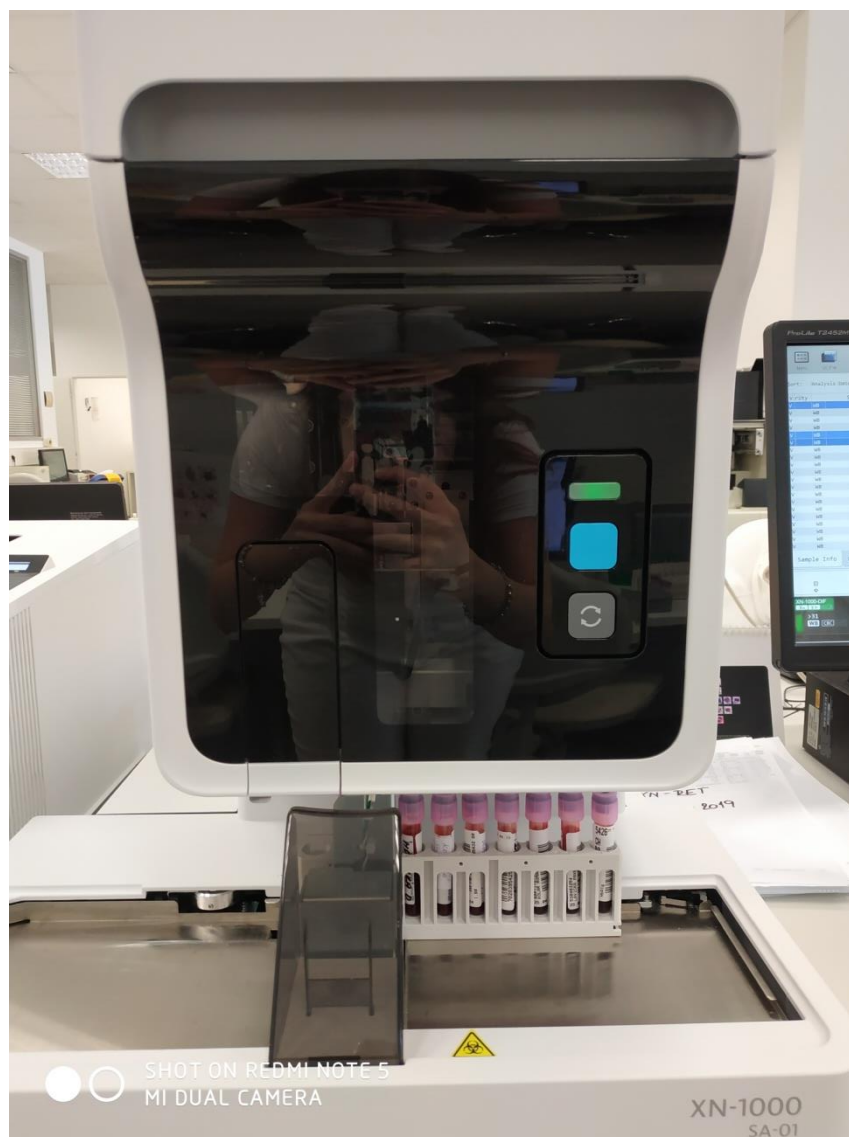
Obr. 12: Rack se zkumavkami pro kalibraci a kontrolu správných funkcí analyzátoru Sysmex XN 1000

Zdroj: Autor



Obr. 13: Rack s krví zvířecích pacientů

Zdroj: Autor



Obr. 14: Analyzátor Sysmex XN 1000 s vloženým rackem s krvemi pacientů

Zdroj: Autor