



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

**Fakulteten för veterinärmedicin
och husdjursvetenskap**
Institutionen för Kliniska Vetenskaper

Inverkan av kuffstorlek samt närvaro av sjukvårdspersonal vid blodtrycksmätning med HDO hos hund - utvärderad genom HDO-dedikerad mjukvara

Ellinor Ahlund

*Uppsala
2017*

Examensarbete 30 hp inom veterinärprogrammet

*ISSN 1652-8697
Examensarbete 2017:8*

Inverkan av kuffstorlek samt närvaro av sjukvårdspersonal vid blodtrycksmätning med HDO hos hund - utvärderad genom HDO-dedikerad mjukvara

The impact of cuff size and the presence of medical staff during blood pressure measurement in dogs - evaluated by HDO-dedicated software

Ellinor Ahlund

Handledare: Lena Pelander, institutionen för Kliniska vetenskaper

Biträdande handledare: Jens Häggström, institutionen för Kliniska vetenskaper

Examinator: Ann Pettersson, institutionen för Kliniska vetenskaper

Examensarbete i veterinärmedicin

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: Avancerad nivå, A2E

Kurskod: EX0736

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2017

Delnummer i serie: Examensarbete 2017:8

ISSN: 1652-8697

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: blodtryck, white-coat-effekt, kuffstorlek, HDO, mjukvara

Keywords: blood pressure, white coat effect, cuff width, high definition oscillometry, software

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för Kliniska Vetenskaper

SAMMANFATTNING

Vidhållandet av normalt blodtryck är en essentiell funktion hos både människor och djur. Blodtrycksmätning på djur utförs idag mer än någonsin men att diagnostisera ett sant avvikande värde är inte helt enkelt. Den så kallade "white-coat-effekten" (WCE) kan orsaka ett högt blodtryck p.g.a. exempelvis stress. I litteraturen framkommer att även kuffstorlek är väsentlig vid indirekt blodtrycksmätning. Ett mål med studien var att se om en WCE kan minskas genom att djurägaren får mäta blodtrycket ensam i rummet. Ett annat syfte med studien var att undersöka om det föreligger en skillnad mellan mätvärden då två olika kuffstorlekar används, tillhörande senaste tekniken inom oscillometri, high definition oscillometry (HDO). Vid alla blodtrycksmätningar sammankopplades HDO-systemet med en tillhörande mjukvara för att utvärdera dess användarvänlighet.

I studien medverkade totalt 31 hundar. Blodtrycket mättes i tre omgångar hos varje hund. Operatören använde två olika kuffstorlekar i två omgångar och djurägaren mätte blodtrycket ensam en omgång. Ett blodtrycksmedelvärde beräknades vid varje mätomgång, utifrån de fem mest trovärdiga mätvärdena.

Resultatet visade att den större och bredare kuffen uppmätte ett signifikant lägre tryck med en genomsnittlig skillnad på 6,8 mmHg. Hundarnas blodtryck var signifikant lägre då djurägaren mätte det ensam. Den genomsnittliga skillnaden var 5,8 mmHg. Vid 79 av 82 mätomgångar registrerade mjukvaran mätningarna. Nya blodtrycksmedelvärden, som beräknades utifrån analys av mjukvaran, jämfördes med de medelvärden som beräknats innan mjukvaran användes till hjälp. Vid fem av 79 mätomgångar (6 %) översteg skillnaden i beräknat medelvärde 10 mmHg. Dessa fall är därmed av möjlig klinisk betydelse.

Utifrån studiens resultat drogs slutsatserna att valet av kuffstorlek vid blodtrycksmätning med HDO hos hund troligen inte spelar någon avgörande roll för bedömning av patienten. Det kan vara fördelaktigt att låta djurägaren mäta blodtrycket själv på sin hund för att minska en eventuell WCE. Det är sannolikt inte alltid nödvändigt att rutinmässigt använda mjukvaran vid en blodtrycksmätning för avgöra om mätningen är korrekt samt överensstämmande med verkligheten. Mjukvaran kan dock bidra med kompletterande information i specifika fall, till exempel vid tidsbrist eller hos djur som har svårt att vara stilla.

SUMMARY

Maintenance of normal blood pressure is an essential function in both humans and animals. Blood pressure measurement is today practiced more than ever in animals but, it can be difficult to diagnose a true abnormal value. The so called “white coat effect” (WCE) can cause a high blood pressure due to stress/anxiety. According to previous studies, cuff size is essential during indirect blood pressure measurement. One purpose of this study was to evaluate if a WCE can be reduced by having the owner measure their dogs’ blood pressure alone in the room. Another purpose of the study was to investigate if there was a significant difference in the measured blood pressure when using two different cuff sizes belonging to the latest oscillometric system, high definition oscillometry (HDO). During each measurement the HDO was connected to a software in order to evaluate its user friendliness.

In total, 31 dogs were included in the study. Blood pressure was measured in three sets in each dog. Medical staff were using two different cuff sizes in two sets and one third set were performed by the owner alone. During each set of measuring, a mean blood pressure value was calculated using the five most reliable values.

Use of the larger and wider cuff resulted in a significantly lower blood pressure with a mean difference of 6,8 mmHg. A significantly lower blood pressure was also obtained when the owner measured alone. The mean difference was 5,8 mmHg. In total, 79 out of 82 measuring sets were recorded by the software. The mean blood pressure values that were calculated, from each measuring set, both before and after analysis of the software, were compared to each other. In five out of 79 measuring sets (6 %), the difference in calculated mean blood pressure exceeded 10 mmHg, which may potentially be of clinical importance.

According to this study, the cuff size when using HDO for blood pressure measurement in dogs probably has little impact on the evaluation of the patient. A suspected WCE can be decreased by allowing the owner to measure the blood pressure alone in the room. The use of HDO-software is probably not always essential in order to decide whether blood pressure measurements are correctly performed by the HDO. The software can, however, contribute with valuable information in some specific situations. For example, when the time is limited or in animals that move excessively.

INNEHÅLL

INLEDNING	1
Studiens syfte	1
LITTERATURÖVERSIKT	3
Blodtryck	3
<i>Reglering av blodtryck</i>	3
<i>Uppmätta blodtrycksvärden</i>	4
<i>Normalvärden hos hund</i>	4
<i>Hypo- och hypertension</i>	5
<i>Target Organ Damage</i>	6
Att mäta blodtryck	6
<i>Direkt metod (invasiv)</i>	9
<i>Indirekt metod (icke-invasiv)</i>	9
<i>Oscillometri</i>	10
<i>Kuffstorlek och placering</i>	11
Faktorer vilka kan påverka det uppmätta blodtrycket	13
<i>"White-coat-effekten"</i>	14
MATERIAL OCH METODER	16
Medverkande hundar	16
Blodtrycksmätning	16
Statistisk analys	18
RESULTAT	19
Medverkande hundar	19
Blodtrycksmätning	19
<i>Jämförelse kuffstorlek</i>	20
<i>Påverkan av white-coat-effekt på blodtrycket</i>	21
<i>Utvärdering av mjukvara tillhörande HDO:n</i>	22
DISKUSSION	25
Studiens begränsningar	28
Slutsats	29
REFERENSER	30
Artiklar	30
Böcker	33
Övrigt	33

INLEDNING

Vidhållandet av ett normalt blodtryck är livsviktigt för både människor och djur och blodtrycksmätning utförs idag mer frekvent än någonsin inom veterinärmedicinen. En blodtrycksmätning ingår bland annat som en viktig del i anestesiövervakningen vid operationer och för att övervaka kritiskt sjuka patienter på intensivvårdsavdelningen. Dessutom mäts blodtrycket regelbundet hos djur med sjukdomar som kan leda till högt blodtryck (sekundär hypertension), samt hos djur med kliniska fynd som tyder på så kallad "target organ damage" (TOD), d.v.s. skador på känsliga inre organ som uppkommit vid långvarig systemisk hypertension (se stycke nedan). Målet med en blodtrycksmätning är att i ett tidigt skede upptäcka och behandla samt motverka en systemisk hypo- eller hypertension. (Egner, 2007; Brown *et al.*, 2007).

Blodtrycksmätning kan utföras direkt (via en kateter som placeras direkt i en artär) eller indirekt. I huvudsak är det ultraljudsdopplerteknik eller oscillometri som används vid indirekt mätning. Det är dock inga indirekta metoder som hittills visat sig stämma helt överens med den direkta metoden (se vidare information nedan) (Erhardt *et al.*, 2007b).

Exakt när, var och hur en blodtrycksmätning ska utföras råder det delade åsikter om. Att diagnosticera ett sant avvikande blodtryck, framförallt i en kliniksituation, är inte helt enkelt. Både vid utförandet och tolkning av blodtrycksmätningen finns många faktorer som kan leda till framförallt falskt höga men även falskt låga värden (Egner, 2007; Brown *et al.*, 2007). I en kliniksituation talas det om den så kallade "white-coat-effekten" (WCE), vilken innebär att djuret kan uppvisa ett falskt högt blodtryck på grund av en stressreaktion under mätningen (Belew *et al.*, 1999; Henik *et al.*, 2005; Schellenberg *et al.*, 2007; Høglund *et al.*, 2012). Även kuffstorleken påverkar de uppmätta värdena vid indirekt blodtrycksmätning (Valtonen & Eriksson, 1970; Geddes *et al.*, 1980; Sawyer *et al.*, 1991). Men då det endast finns ett fåtal publikationer utförda inom detta område, uppstår frågan hur avgörande kuffstorleken är för blodtrycksmätningens resultat. Idag finns en mjukvara (MDSWIN Analyse Software) tillhörande den allra senaste tekniken inom oscillometri, high definition oscillometry (HDO). Mjukvaran ska enligt tillverkaren kunna bidra med värdefull information (se senare stycke) vid en blodtrycksmätning och kan sammankopplas med blodtrycksmaskinen via exempelvis bluetooth.

Det är viktigt att både den som utför blodtrycksmätningen samt den som tolkar resultatet är erfaren, har ett konsekvent protokoll att utgå ifrån samt är väl insatt i den diagnostiska problematik som beskrivs ovan. Vid utvärdering av det uppmätta blodtrycket bör helheten beaktas. Anamnes, klinisk undersökning samt andra diagnostiska fynd måste tas hänsyn till vid bedömningen. Detta för att verkligen kunna dra nytta av undersökningen samt för att förhindra en felaktigt insatt behandling.

Studiens syfte

Ett syfte med studien var att undersöka om det föreligger en betydande skillnad, av klinisk signifikans, mellan uppmätta blodtrycksvärden hos samma individ då två olika, HDO-tillhörande, kuffstorlekar används.

Ett ytterligare syfte med denna studie var att undersöka om white-coat-effekten kan minskas genom att djurägaren ensam mäter blodtrycket på sin hund i klinikmiljö utan några (för hunden) främmande personer, som exempelvis sjukvårdspersonal, närvarande i rummet.

Ett tredje syfte med studien var att utvärdera användarvänlighet och nyttan av att använda mjukvaran tillhörande HDO-systemet i en klinisk situation där blodtrycket mäts.

LITTERATURÖVERSIKT

Blodtryck

Blodet förser kroppens alla celler med syre och näring samt möjliggör utsöndring av metabola restprodukter. För att kroppens alla organ och vävnader ska få den blodtillförsel de behöver är vidhållandet av ett normalt blodtryck essentiellt. Det arteriella blodtrycket och strävan efter att behålla ett normalt sådant utgör därför en av de mest basala och livsviktiga funktionerna hos både människor och djur (Egner, 2007).

Reglering av blodtryck

Det finns flera olika mekanismer i kroppen som reglerar det systemiska blodtrycket. Huvudsakligen gäller det faktorer som påverkar hjärtats minutvolym (cardiac output (CO)) och/eller den totala perifera resistensen (TPR) i kroppens blodkärl. Således kan blodtrycket matematiskt räknas ut med följande formel; $\text{Blodtryck} = \text{CO} \times \text{TPR}$. Hjärtminutvolymen är produkten av hjärtfrekvensen och hjärtats slagvolym. Totala perifera resistensen påverkas framförallt av konstriktion eller dilatation av kroppens kärl (Egner, 2007). Artärernas elasticitet avgör dessutom hur pass lätt kärlväggarna kan expandera vid ett ökat tryck. Ett kärl med dålig elasticitet kommer leda till ett högre pulstryck men ett lågt tryck under diastole. Då elasticiteten minskar med åldern kan detta förklara varför blodtrycket ofta ökar med åldern hos både människor och djur (Sjaastad *et al.*, 2010). TPR påverkas även av blodets sammansättning och då huvudsakligen viskositeten men även blodvolymen har betydelse. Utöver detta kommer även en individs emotionella status, magtarmkanalens aktivitet samt fysisk aktivitet att påverka blodtrycket antingen via CO eller TPR (Egner, 2007; Sjaastad *et al.*, 2010).

Reglering av blodtrycket är komplext och kan gå väldigt snabbt men också fungera på längre sikt. Den snabba kortvariga regleringen sker via baro- och kemoreceptorer lokaliserade i kärlväggar som känner av blodtryck samt minskad syrehalt och ökad koldioxidhalt i blodet. Signaler skickas till hjärnstammen som via nerver och hormoner har en kardiovaskulär effekt i kroppen. Hypertension resulterar i en vasodilatation av kroppens kärlbädd, sänkt hjärtfrekvens och slagvolym och därmed en minskad CO. Vid en hypotension sker istället det motsatta och blodtrycket höjs (Egner, 2007; Syme., 2011). Njurarna står för den långsamma regleringen av blodtrycket genom att påverka blodvolymen. För ökning av blodtrycket krävs en ökad blodvolym vilket ADH (antidiuretiskt hormon) och aldosteron bidrar till. Dessa frisätts vid hypotension och ökar därmed njurarnas vätskesparande förmåga. ANP (atrial natriuretic peptide) frisätts istället från hjärtat vid hypervolemi på grund av en uttänjning av förmaksväggen. Genom att öka utsöndringen av vatten i njurarna verkar ANP blodtryckssänkande (Sjaastad *et al.*, 2010).

Utöver dessa mekanismer är även det så kallade RAAS-systemet (renin-angiotensin-aldosteron-systemet) inblandat vid reglering av blodtrycket. Systemet har en direkt påverkan på TPR samt på reabsorption av natrium och vatten i njurarna. Aktiveringen av RAAS sker som ett svar på lågt blodtryck och verkar därmed för en blodtryckshöjning. Prorenin frisätts då från de juxtaglomerulära cellerna i njurarna varvid en kaskadreaktion uppstår som slutligen

leder till bildandet av den mycket potenta vasokonstriktorn angiotensin II (Sjaastad *et al.*, 2010; Syme *et al.*, 2011).

Uppmätta blodtrycksvärden

Blodtrycksmätning ger vanligen information om systoliskt, diastoliskt och medelartärtryck samt puls. Det systoliska arteriella blodtrycket (SAP) skapas i samband med att hjärtats kammare kontraherar (systole) och utgör det högst uppmätta trycket under denna fas. Hjärtats slagvolym, flödes hastigheten och artärernas elastiska förmåga kommer därför till stor del påverka det systoliska blodtrycket. Det diastoliska blodtrycket (DAP) föreligger istället under hjärtats vilofas (diastole) och är det högst uppmätta värdet under denna fas. DAP är därmed beroende av diastoles duration, den cirkulerande blodvolymen samt artärernas elasticitet. Det genomsnittliga trycket när blodet passerar genom kärlen under en hel hjärtcykel är medelartärtrycket (MAP) (Egner, 2007). Medelartärtrycket är beroende av durationen av både systole samt diastole och är därför inte liktydigt med medelvärdet av SAP och DAP. Vid en hög hjärtfrekvens kommer systole att pågå under en längre tid än diastole och MAP hamnar därför närmre SAP. Är hjärtfrekvensen istället låg varar diastole en längre tid än systole varvid MAP hamnar närmre DAP (Sjaastad *et al.*, 2010).

Normalvärden hos hund

Hos både friska och sjuka djur finns många faktorer som kan påverka de uppmätta blodtrycksvärdena. Många studier finns därför utförda i försök att fastställa normalvärden hos både hund och katt men variationen verkar vara stor (Ware, 2014). De flesta författare är därför överens om att det föreligger individuella skillnader i normalblodtryck och att blodtrycket även fluktuerar över dygnet liksom hos många andra djurslag (Baumgart, 1991; Remillard *et al.*, 1991; Bodey & Michell, 1996; Belew *et al.*, 1999; Mishina *et al.*, 1999; Høglund *et al.*, 2012).

Flera studier tyder även på att det förekommer en rasvariation avseende blodtryck (Bodey & Michell, 1996; Bodey & Rampling, 1999; Bright *et al.*, 2002; Schellenberg *et al.*, 2007; Høglund *et al.*, 2012) samt att ålder, kön och eventuell övervikt skulle kunna spela roll. Alla faktorer måste dock sammanvägas. Exempelvis kan många sjukdomar uppkomma i och med en högre ålder vilka i sin tur kan vara orsak, eller åtminstone en bidragande faktor, till ett högre blodtryck. Det behöver alltså inte alltid vara åldern i sig som spelar roll (Bodey & Michell, 1996). Mishina *et al.* (1997) såg dessutom ingen åldersskillnad i blodtryck. Dock verkar blodtrycket påverkas kontinuerligt av faktorer i hundens omgivning (Mishina *et al.*, 1999; Høglund *et al.*, 2012).

En problematik med de blodtrycksstudier som finns är att de ofta skiljer sig mycket åt vad gäller utformning och omfattning. Djurslagen (hund eller katt) samt antalet medverkande djur skiljer sig ofta åt. Antalet djur är ibland lågt och mättekniken (direkt, indirekt samt typ/tillverkare av indirekt system) samt placering av kuff (svans, framben eller bakben) varierar. Dessutom kan djuren vara vakna, sederade eller under narkos och placeras liggandes på sidan, på rygg eller ståendes. ACVIM (American College of Veterinary Internal Medicine) har sammanställt resultat från olika studier där skilda mätmetoder användes för att mäta

blodtryck på friska djur. Från dessa studier upprättades normalvärden samt riktlinjer för hur blodtrycksmätning bör utföras hos både hund och katt. Blodtrycksvärden uppmätta med direkt respektive indirekt blodtrycksmätning, det senare i form av oscillometri och Dopplerteknik, fastställde hundars normala systoliska blodtrycksvärde till 131-154 mmHg. Dock används kliniskt ofta ett riktvärde där friska hundar bör ligga <160-170 mmHg i systoliskt tryck (Brown *et al.*, 2007). Utöver detta har IRIS (International Renal Interest Society) satt upp gränsvärden för normo- och hypertension, då med hjälp av riktvärden vid utvärdering av risk för "TOD" (se senare stycke).

Då regleringen av blodtryck är så komplex, kan en förändring av blodtrycket ha en mängd tänkbara bakomliggande orsaker. Yttre och inre samt patologiska och icke-patologiska faktorer kan vara inblandade (Sjaastad *et al.*, 2010; Høglund *et al.*, 2012; Ware, 2014). Det går därför inte att uttala sig om något exakt gränsvärde för vare sig en hyper- eller hypotension. Det är dock dessa tillstånd som kan orsaka skada och som vi försöker upptäcka vid en blodtrycksmätning.

Hypo- och hypertension

En systemisk hypotension kan exempelvis uppträda under narkos eller hos patienter i chock då dessa inte klarar av att autoreglera blodtrycket normalt. Hypovolemi, bradykardi samt en minskning av CO eller TPR kan bidra till uppkomsten av hypotension. Utöver detta kan medicinering med vissa läkemedel (t ex betablockare, opiater) orsaka hypotension. Vid en systemisk hypotension kan ischemi uppstå i kroppens vävnader och leda till skador, brist på extracellulär vätska och i värsta fall döden. Vid undersökning av ett djur i chock kan bland annat förlängd kapillär återfyllnad, bleka slemhinnor, svag puls, kalla extremiteter och apati ses (Erhardt *et al.*, 2007a; Sjaastad *et al.*, 2010; Ware, 2014).

Hypertension hos hundar är vanligen förknippad med en bakomliggande sjukdom, så kallad sekundär hypertension. Primär hypertension anses ovanligt hos hund. Diagnosen idiopatisk eller essentiell hypertension bör därför endast ställas med försiktighet (Kraft *et al.*, 2007; Brown *et al.*, 2007).

Några sjukdomar som kan orsaka förhöjt blodtryck hos hund är njursjukdom, diabetes mellitus, hyperadrenokorticism samt feokromocytom. Trots att vissa hundar med hypertension uppvisar kliniska sjukdomstecken finns även beskrivet patienter med onormalt höga blodtrycksvärden hos vilka inga patologiska fynd kan påvisas. Det krävs upprepade blodtrycksmätningar över tid tillsammans med noggrann klinisk utvärdering innan diagnosen hypertension kan ställas. (Mishina *et al.*, 1997; Ware, 2014). Ett ökat blodtryck orsakar i sig en ökad belastning på kroppens organ vilket kan ge upphov till allvarliga skador. Sjukdomstecken som ses kan även uppkomma på grund av en underliggande sjukdom. Exempel på ospecifika sjukdomstecken är inappetens, polyuri/polydipsi samt vokalisering och beteendeförändringar. Ibland kan även ett lindrigt systoliskt blåsljud auskulteras. Okulära förändringar såsom näthinneavlossning eller blödningar är några av de vanligaste yttringarna av hypertension. Ögat är nämligen ett så kallat "target organ" (se nästa stycke) (Kraft *et al.*, 2007; Sjaastad *et al.*, 2010; Ware, 2014).

Target Organ Damage

En ihållande och långvarig hypo- eller hypertension kan försämra funktionen hos de flesta organen. Detta kan i sin tur ha en negativ effekt avseende framåtskridande, sjuklighet samt dödlighet av den underliggande sjukdomen. Dessutom kan ett onormalt blodtryck orsaka allvarlig skada på speciellt känsliga vitala organ, så kallad "target organ damage" (TOD), vilket kan få allvarliga konsekvenser (Egner, 2007). Extra känsliga organsystem är de som innehåller en stor mängd artärer och arterioler, såsom ögon, hjärta, njurar samt det centrala nervsystemet (CNS) (Syme, 2011).

I publicerade riktlinjer rörande diagnostik och behandling av hypertension relaterades hundars och katters blodtryck till risk för TOD (Brown *et al.*, 2007). International Renal Interest Society (IRIS) har utifrån dessa värden satt upp gränsvärden för normo- respektive hypertension under 2015. Djur med ett blodtryck under 150/95 mmHg anses vara utsatta för en minimal risk för TOD och individer med detta blodtryck tolkar IRIS som normotensiva. Vid behandling med blodtryckssänkande preparat är målet att erhålla blodtryck på denna nivå. Blodtrycksmätningar med upprepade värden på 150-159 mmHg i systoliskt tryck och 95-99 mmHg i diastoliskt anses av IRIS ligga i en gråzon, men med låg risk för framtida TOD. Hypertension definieras av IRIS som blodtryck mellan 160-179 mmHg systoliskt och 100-119 mmHg diastoliskt tryck och anses leda till en måttlig risk för TOD. Värden över 180/120 mmHg indikerar grav hypertension (IRIS) med stor risk för TOD.

Att mäta blodtryck

I dagsläget utförs blodtrycksmätning framförallt vid misstanke om hyper- eller hypotension. Blodtrycksmätning bör emellertid förmodligen även ingå i en rutinundersökning hos djur med sjukdomar som kan orsaka förändringar i blodtryck, samt vid medicinering av läkemedel som kan ha effekt på blodtrycket (Brown *et al.*, 2007).

Blodtrycket kan mätas direkt eller indirekt (se nedan), men kuffen bör alltid placeras i höjd med hjärtat. En placering under denna nivå kommer leda till ett högre uppmätt tryck och placering ovan denna nivå kommer leda till ett lägre tryck (Sjaastad *et al.*, 2010). Utöver detta finns det flertalet faktorer att ta hänsyn till vid en blodtrycksmätning. Vissa författare (Belew *et al.*, 1999; Henik *et al.*, 2005) anser att en blodtrycksmätning bör utföras innan någon form av klinisk eller diagnostisk undersökning utförs. En nyligen utförd studie tyder dock på att tidpunkten för blodtrycksmätning inte påverkar mätvärdena i någon stor utsträckning, så länge utförandet genomförs på samma sätt vid varje omgång och djuret får aklimatisera sig i en lugn miljö i 10-15 minuter innan blodtrycket mäts, för ett minimalt stresspåslag (Lyberg, 2016).

Många författare rekommenderar även ett standardiserat utförande där bland annat djurets position, kuffens position, kuffstorlek, djurets stressnivå samt vem som utförde mätningen noteras (Belew *et al.*, 1999; Brown *et al.*, 2007, Erhardt *et al.*, 2007b; Høglund *et al.*, 2012). År 2007 publicerades riktlinjer för hur en blodtrycksmätning bör utföras på bästa sätt (tabell 1). Flera av dessa rekommendationer saknar vetenskapligt belägg, vilket innebär att fler studier i ämnet behövs för vidare framsteg (Brown *et al.*, 2007).

Tabell 1: *Rekommendationer för blodtrycksmätning enligt ACVIM:s riktlinjer (Brown et al., 2007)*

-
- Instrument ska vara kalibrerade för det aktuella djurslaget.
 - Mätningssproceduren bör vara standardiserad.
 - Miljön bör vara lugn, tyst, isolerad från andra djur och generellt med ägaren närvarande.
 - Djuret bör ej sederas och bör få acklimatisera sig på rummet i 10-15 minuter innan blodtrycksmätningen påbörjas.
 - Djuret bör hållas (med så lite våld som möjligt) i en bekväm position (liggandes/ståendes).
 - Höjdskillnaden mellan hjärtbasen och kuffens placering bör ej överstiga 10 cm.
 - Bredden på kuffen ska vara ca 40 % av aktuell extremitets omkrets. Kuffstorleken bör noteras i journalen.
 - Kuffen placeras kring en extremitet eller svansen. Kuffens placering bör noteras i journalen.
 - Samma person bör utföra alla blodtrycksmätningar samt följa ett standardprotokoll. Denna person bör vara erfaren och väl bekant med aktuell blodtrycksmaskin.
 - Patienten ska vara lugn och stilla.
 - Den första mätningen stryks. Minst 3, men gärna 5-7, konsekventa mätningar i följd antecknas varefter medelvärdet beräknas. Variabiliteten för de systoliska värdena bör vara <20 %.
 - Upprepa mätningen om nödvändigt vid tvivelaktiga eller inkonsekventa resultat.
 - Anteckningar i journalen ska vara standardiserade och bör inkludera kuffplacering och storlek, uppmätta värden samt tolkning och resultat inför framtida jämförelser.
-

Vid en blodtrycksmätning är det välkänt att flera mätningar bör utföras (Bodey *et al.*, 1996; Mishina *et al.*, 1997), då blodtrycket ofta är högre i början av proceduren. Extremt avvikande värden skall förkastas och medelvärdet av de relevanta värdena beräknas. Utöver detta, är det viktigt att mäta blodtrycket vid flera olika tillfällen innan diagnosen hypertension fastställs och behandling påbörjas. Ett undantag är dock om andra kliniska fynd stärker misstanken om hypertension väsentligt, exempelvis vid tecken på TOD, eller om extremt höga blodtrycksvärden uppmätts vilket ger misstanke om kraftig hypertension (Bodey & Michell, 1996; Brown *et al.*, 2007).

I en studie (Rondeau *et al.*, 2013) påvisades det med ultraljudsdopplerteknik att kroppspositionen påverkar blodtrycket, med ett högre och mer inkonsekvent resultat hos hundar som satt upp jämfört med de som låg ner, då mätningen utfördes på ett icke-belastat framben placerat i höjd med höger förmak. En annan författare, som i sin studie använde HDO, påpekar att djurets position kan påverka jämförbarheten mellan uppmätta blodtryck (Rysnik *et al.*, 2013). I en tredje studie sågs emellertid ingen skillnad i blodtryck mellan liggande jämfört med stående position då blodtrycket mättes på svansen med klassisk oscillometri (Bright *et al.*, 2002).

Direkt metod (invasiv)

Direkt blodtrycksmätning utförs invasivt genom att en kateter förs in i en artär. Hos hund sker detta vanligen i metatarsalartären eller den centrala artären i öronlappen (a. auricularis intermedius). En elektronisk tryckomvandlare, som antingen är placerad längst ut på katetern eller kopplad via ett externt system, registrerar blodtrycket kontinuerligt. Som tidigare nämnts bör tryckmätaren vara placerad i samma nivå som hjärtat (höger förmak) (Erhardt et al., 2007b; Sjaastad et al., 2010). Inom veterinärmedicinen anses direkt blodtrycksmätning vara ”gold standard” och pålitlig speciellt vid misstanke om hypotension (Bodey et al., 1996; Erhardt et al., 2007b; Ware, 2014). Metoden har tillämpats på hundar i flera studier (Bodey et al., 1996; Mishina et al., 1999; Bosiack et al., 2010; Seliskar et al., 2013). Fördelen med direkt mätning är just att blodtrycket mäts kontinuerligt och ”direkt”. Hittills har ingen indirekt metod visat sig överensstämma till fullo med denna metod (Brown et al., 2007; Erhardt et al., 2007b; Martel et al., 2013; Seliskar et al., 2013). Trots detta används direkt blodtrycksmätning inte längre i någon stor utsträckning, eftersom ett flertal nackdelar finns vilka gör metoden olämplig för rutinundersökningar. Bland annat kan metoden vara smärtsam för djuret vilket, i kombination med att djuret måste tvingas till stillhet, i sig kan ge ett högt blodtryck. En eventuell sedering eller narkos påverkar dessutom ofta blodtrycket. Metoden är även tidskrävande, medför ökad risk för infektioner samt kräver speciell utrustning och mer teknisk kompetens (Erhardt *et al.*, 2007).

Indirekt metod (icke-invasiv)

Den indirekta metoden är den mest kliniskt accepterade på grund av att den är billigare, enklare och framförallt minst smärtsam för djuret (Brown *et al.*, 2007). Dock verkar denna mätmetod fungera bäst hos normo- eller hypertensiva individer (Bosiack *et al.*, 2010; Ware, 2014). Indirekt blodtrycksmätning är oavsett den mest frekvent använda metoden och idag finns det flera olika system som kan utföra indirekta blodtrycksmätningar. Undersökningen börjar med att en uppblåsbar kuff placeras kring den extremitet där blodtrycket ska mätas. Kuffen blåses därefter upp till ca 20 mmHg över det troliga systoliska värdet och stasar sålunda av den utvalda artären (över vilken kuffens blåsa ska centreras). Vanligen är denna artär den mediala kaudala svansartären (a. caudalis mediana), a. brachialis, a. radialis eller a. saphena. Luften i kuffen släpps därefter långsamt ut, vilket leder till att blodflöde sker igen vid ett visst tryck (vilket är det systoliska trycket). Samtidigt som detta sker mäts blodtrycket på lite olika sätt beroende på val av system. Med ultraljudsdopplertechnik kan blodflödet detekteras när stasen släpps. En annan teknik är så kallad oscillometri, där trycksvängningar i artärväggen detekteras vid varje hjärtslag, allteftersom blodflödet släpps på. Trycksvängningarna konverteras sedan till blodtrycksvärden (Henik *et al.*, 2005; Sjaastad *et al.*, 2010; Ware, 2014). Oscillometri anser vissa författare är mer pålitlig framförallt vid blodtrycksmätningar hos hyper- och normotensiva djur (Seliskar *et al.*, 2013; Vachon *et al.*, 2014). En studie (Bosiack *et al.*, 2010) rapporterar att oscillometri fungerar bristfälligt vid hypotension. Oavsett val av blodtrycksmätare rapporterar flera författare, som jämfört ultraljudsdoppler med klassisk oscillometri (Hsiang *et al.*, 2008), HDO med ultraljudsdoppler (Hanzlicek *et al.*, 2016) samt HDO med klassisk oscillometri (Lyberg, 2016; Wernick *et al.*, 2010), att resultaten inte bör likställas mellan två olika system eftersom detta ger utrymme för systematiska fel.

Oscillometri

Inom området oscillometri är HDO det allra senaste på marknaden. Denna metod har i studier visat sig överensstämma bättre med direkt blodtrycksmätning jämfört med de klassiska oscillometriska metoderna (Meyer *et al.*, 2010; Mitchell *et al.*, 2010; Martel *et al.*, 2013). Oscillometri är en teknik där MAP uppmäts då de största trycksvängningarna (oscillationerna) i artärväggen detekterats. Därefter beräknas SAP och DAP utifrån detta värde genom en algoritm med hjälp av en 8 bit processor. Den nya tekniken (HDO) kan med sin 32 bit processor istället detektera SAP, MAP och DAP direkt med hjälp av en mer komplex algoritm. En kuff placeras runt en extremitet för att stasa aktuell artär, varefter trycket minskas successivt med linjär hastighet via en dator. En transduktor registrerar de uppmätta oscillationerna samt presystolisk oscillation, arytmier och artefakter. Det finns även en tillhörande mjukvara till HDO-systemet. I denna ritas en graf upp som bland annat hjälper till att visualisera rörelseartefakter (se nedan) (Erhardt *et al.*, 2007b).

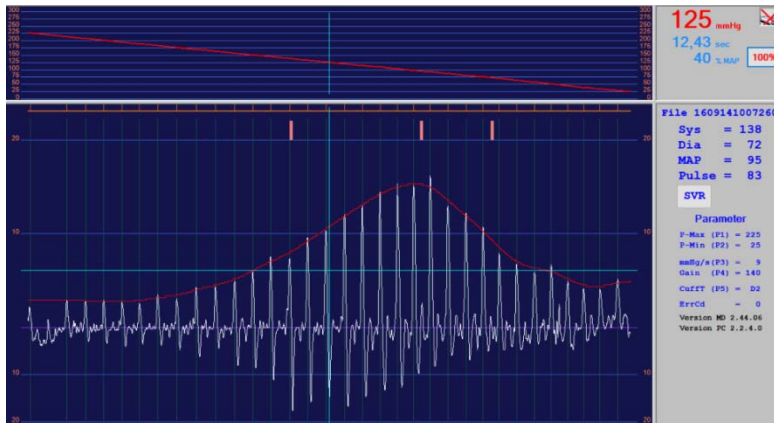
Det finns tre medföljande kuffstorlekar till HDO-maskinen (c1, d1 och d2) och rekommendationen från tillverkaren är att dessa placeras kring svansroten. Dock framgår att systemet klarar av att mäta lika bra på ett framben, men att det rent praktiskt är lättare att mäta på svansen. När det kommer till val av kuffstorlek verkar tillverkarna inte ha fastställt de optimala intervallen utan har ändrat sina instruktioner över tid (se nedan).

HDO-tekniken har undersökts i flera olika studier och många rapporterar konsekventa mätvärden samt att MAP är det värde som är mest tillförlitligt (Meyer *et al.*, 2010; Wernick *et al.*, 2010; Rysnik *et al.*, 2013; Seliskar *et al.*, 2013). Det har rapporterats att HDO-systemet överskattar högt tryck samt underskattar lågt tryck jämfört med den direkta metoden (Martel *et al.*, 2013; Seliskar *et al.*, 2013). En annan studie visar dock att både SAP och DAP underskattas av HDO:n jämfört med direkt blodtrycksmätning (Rysnik *et al.*, 2013) och en studie tyder på att SAP, MAP och DAP överskattas av HDO:n jämfört med direkt blodtrycksmätning (Wernick *et al.*, 2010).

MDSWIN Analyse Software (Pulse Wave Analyse)

En mjukvara tillhörande HDO-systemet kan laddas ner på en dator eller surfplatta (Windows) varefter HDO-maskinen och mjukvaran sammankopplas via bluetooth eller USB. På HDO-maskinens display visas SAP, DAP, MAP och hjärtfrekvens. Mjukvaran erbjuder enligt tillverkaren en möjlighet att övervaka pulsvågorna i realtid, samt studera det laminära flödet i kärlet under tiden luftrycket i kuffen sakta minskas. Tryckminskningen i kuffen då luften släpps ut illustreras i en graf där en röd linje ritas upp (se figur 1). Denna linje ska vara linjär, vilket motsvarar en korrekt och exakt mätning enligt tillverkaren. Andra faktorer som ska gå att övervaka med hjälp av mjukvaran illustreras i en större graf. Dessa två grafer ritas upp vid varje ny blodtrycksmätning och ger operatören möjlighet att bedöma sannolikheten för att mätningen är korrekt registrerad och inte baserad på överdrivna artefakter, eftersom dessa tydligt ska kunna upptäckas. Vid mätningens start ses först presystoliska amplituder, vilka följs av amplituder med något ökande höjd. En relaxation av artärväggen sker, varefter amplituderna ökar. Efter denna fas startar blodflödet i kärlet igen, vilket sker vid ett tryck som är SAP. På grund av turbulent flöde kommer amplituderna successivt öka och tillslut nå ett

maximum. Nära detta maximum föreligger MAP. Sedan sker istället en minskning av amplituderna på grund av en förändring från turbulent till laminärt blodflöde. Så småningom uppnås DAP och tillslut är artären fullkomligt öppen. Hos en frisk individ sker en normal öppning av artären vilket på grafen ses som låga pre-systoliska amplituder (PSA). Under öppningsfasen av artären bör ökning samt minskning av amplitudhöjd vara konstant, detta tyder på stabil CO. Om hjärtat slår i normal rytm (d.v.s. ingen arythmi föreligger) ska utrymmet mellan amplituderna vara lika stora (<http://vethdo.com/>, 2016). I figur 1 illustreras en graf uppritad i mjukvaran vid en lyckad blodtrycksmätning hos en frisk hund.



Figur 1: Ett exempel på graf från mjukvaran tillhörande HDO-systemet, vilken illustrerar en lyckad blodtrycksmätning hos en frisk hund.

Bland annat är detaljerad information om blodtryck, tryckvågsanalys och generell analys av artärens beteende vid öppningsfas lätta att erhålla med hjälp av mjukvaran enligt tillverkaren. Funktionen ska vara möjlig genom att mjukvaran räknar ut puls och CO hos individen. Därefter justerar maskinen hastigheten med vilken kufftrycket minskas för att kunna studera de pulsidentifierande amplituderna under en optimal hastighet, så kallad pulse wave analysis (PWA). PWA uppger av tillverkaren ge möjlighet att se förändringar i SVR (systemisk vaskulär resistens), vilken kan förändras till följd av exempelvis vasodilatation, vasokonstriktion och arterioskleros. Det anges även att slagvolym (SV) och variationer i slagvolym (SVV) kan estimeras av systemet. Enligt tillverkaren ger PWA i kombination med blodtryck information gällande hjärtfunktion samt kan vara till hjälp under anestesi, vid diagnos av sjukdom samt för att bedöma behov och intensitet av behandling och behandlingskontroll. I dagsläget finns dock inga publicerade studier som utvärderar mjukvaran (<http://vethdo.com/>, 2016).

Kuffstorlek och placering

Enligt riktlinjer för indirekt blodtrycksmätning på djur anses val av kuffstorlek vara väsentligt för att erhålla korrekta mätvärden. Bredden på kuffen bör utgöra 40 % av omkretsen på aktuell extremitet och den uppblåsbara ballongen inuti kuffen bör täcka minst 60 % av omkretsen (Brown *et al.*, 2007; Erhardt *et al.*, 2007b). Dessa rekommendationer (vilka är de samma som ACVIM:s riktlinjer) är emellertid i princip baserade på endast en, förhållandevis gammal, publikation (Valtonen & Eriksson, 1970). I den studien ingick 10 hundar som under

narkos placerades i ryggläge varefter blodtrycket mättes indirekt med sju olika kuffstorlekar på ett framben, värdena jämfördes sedan med en direkt blodtrycksmätning från femoralartären. Vissa författare hänvisar enbart till de riktlinjer ACVIM fastställt, utan att nämna originalreferensen (Rondeau *et al.*, 2013; Seliskar *et al.*, 2013). I andra publikationer saknas en referens helt, eller så hänvisas till rekommendationer från den aktuella blodtrycksmätarens tillverkare. I undantagsfall, när det finns en annan referens, omfattar de framförallt publikationer som är skrivna på 80- eller 90-talet (Geddes *et al.*, 1980; Sawyer *et al.*, 1991). I den senaste studien (Sawyer *et al.*, 1991) medverkade 16 hundar under narkos hos vilka blodtrycket mättes dels direkt från abdominala aortan, dels indirekt genom klassisk oscillometri då tre olika kuffstorlekar placerades runt metakarpus och metatarsus på varje hund. Resultatet visade ett optimalt intervall när kuffbredden utgjorde 40-60 % av extremitetens omkrets. Publikationen från 80-talet (Geddes *et al.*, 1980) inkluderade 14 hundar där blodtrycket mättes direkt (a. carotis) samt indirekt under narkos. Vid den indirekta mätningen användes klassisk oscillometri där tre eller fler olika kuffstorlekar placerades på frambenen på varje hund. Den optimala kuffstorleken bedömdes i studien vara 40 % av extremitetens omkrets. Ibland hänvisar författare även till en studie som är skriven på 70-talet (Hassler *et al.*, 1979). I denna studie ingick sju beaglar där blodtrycket mättes under narkos. Den direkta metoden jämfördes med den indirekta vilken utfördes med sex olika maskiner hos varje hund (Cardy 8, Infrasonde, Parks Ultrasonde, Arteriosonde 1010, Physiometrics USM-105, Arteriosonde 1216). I denna studie utfördes dock inte någon egen jämförelse mellan olika kuffstorlekar utan operatören valde kuff för att försöka uppnå 40 % av aktuell extremitets omkrets med varje blodtrycksmaskin.

I litteraturen rapporteras att en smal kuff tenderar att överskatta blodtrycket medan en bred kuff kan underskatta blodtrycket (Geddes *et al.*, 1980; Erhardt *et al.*, 2007b). Om omkretsen på en individs extremitet ligger på gränsen mellan två kuffstorlekar (40 % av omkretsen) anser somliga författare att den större kuffen bör väljas då denna bör ge mest korrekt värde (Hassler *et al.*, 1979).

Tillverkaren av HDO rekommenderar att välja kuffstorlek efter kroppsvikt eller storlek på hund istället för att utgå från aktuell extremitets omkrets, vilket alltså rekommenderas då ultraljudsdoppler eller klassisk oscillometri används (Erhardt *et al.*, 2007b). I en studie framkommer att omkretsen runt svansen inte behöver mätas, eftersom HDO-maskinen detekterar kuffvolymen, erhåller information om artärens diameter under första mätningen och därefter korregerar relevanta parametrar automatiskt (Meyer *et al.*, 2010).

I många studier där HDO använts finns ingen beskrivning alls för hur kuffstorlek valts ut, alternativt hänvisas till tillverkarens rekommendation (Wernick *et al.*, 2010; Martel *et al.*, 2013; Hanzlicek *et al.*, 2016; Lyberg, 2016). I flera studier där det anges att tillverkarens rekommendation har följts anges dock olika intervall, avseende hundens storlek och/eller vikt, för val av kuffstorlek (tabell 2). Exempelvis anges att kuff d1 ska användas till ”små hundar”, ”hundar mellan 11-90 kg” eller till ”mellanstora hundar” beroende på vilken publikation som läses. Detta kan bero på att tillverkaren av systemet ändrat rekommendationerna över tid, varför det finns ett flertal olika rekommendationer tillgängliga. De olika rekommendationerna

är dessutom olika detaljerade och vilken av dessa versioner som olika utövare använt sig av beror på tidpunkten när just deras system införskaffades. Detta skulle kunna bidra till felaktigheter om resultat från studier jämförs där olika versioner för rekommendation av kuffstorlek har använts. Om rekommendationerna för hur kuffstorlek ska väljas har ändrats över tid för att optimera dem så bör dock den version som är skriven senast vara den som är mest korrekt. Det finns dock ingen information att tillgå gällande varför rekommendationerna har ändrats.

Tabell 2: Kriterier för val av kuffstorlek, enligt tillverkarens rekommendationer, i olika studier där blodtryck uppmätts med HDO, där endast tillverkarens tre medföljande kuffstorlekar användes (c1, d1 & d2)

Författare	Kriterier kuff C1	Kriterier kuff D1	Kriterier kuff D2
<i>Erhardt et al., 2007b</i>	Katt	Liten hund	Stor hund
<i>Seliskar et al., 2013</i>	Små hundar när kuffen placeras runt svansen	Små hundar när kuffen placeras runt ett ben	Stora hundar
<i>Rysnik et al., 2013</i>	Hundar <11 kg	Hundar 11-90 kg	Hundar >90 kg
<i>Lyberg, 2016</i>	Katt/små hundar	Mellanstora hundar	Stora hundar

Uppenbarligen finns det inte många studier utförda inom detta område, varför frågan väcks huruvida kuffstorleken är avgörande för en blodtrycksmättnings resultat eller ej.

På grund av att det förekommer mindre muskelspänningar i svansen jämfört med ett fram- eller bakben, anser många författare att mest tillförlitliga mätvärden erhålls om kuffen placeras runt svansen på stående hund (Bodey *et al.*, 1994; Bodey *et al.*, 1996; Haberman *et al.*, 2006). Detta är även vad tillverkaren av HDO-systemet rekommenderar (Rysnik *et al.*, 2013; <http://vethdo.com/>, 2016). Men det är inte fel, eller ovanligt, att kuffen placeras på ett fram- eller bakben (Brown *et al.*, 2007). I en studie på vakna hundar (Scansen *et al.*, 2014) uppmättes ett lägre blodtryck med ultraljudsdoppler när kuffen placerades på ett bakben jämfört med ett framben. I en studie utförd på sederade katter med klassisk oscillometri (Branson *et al.*, 1997) observerades dock ingen skillnad i blodtryck uppmätt på fram- respektive bakben.

Faktorer vilka kan påverka det uppmätta blodtrycket

Som tidigare nämnts kan fysiologiska faktorer liksom patologiska processer hos djuret påverka det faktiska/sanna blodtrycket. Dessa kan utgöras av allt ifrån individuell dygnsvariation, rasskillnad och ålder till sjukdomar av olika slag. Utöver detta finns flertalet faktorer som kan påverka det uppmätta värdet. Både djur och operatör kan påverka mätningen så att det uppmätta blodtrycksvärdet skiljer sig markant från det blodtryck som patienten har hemma. I de fall operatören påverkar de uppmätta blodtrycksvärdena kan det exempelvis handla om val av mätmetod. Blodtrycket kan variera mycket beroende vilken teknik som används; direkt eller indirekt metod samt vilken typ av indirekt metod (doppler/oscillometri) (Egner, 2007; Erhardt *et al.*, 2007b; Lyberg, 2016). Oavsett metod rekommenderar flera studier (Chetboul *et al.*, 2010; Gouni *et al.*, 2015; Lyberg, 2016) att en erfaren person med

kunskap om den aktuella blodtrycksmaskinen utför mätningen. Övning är betydelsefull och ofärdighet hos operatören anses kunna utgöra den största felkällan under en blodtrycksmätning, eftersom hantering av systemet, placering av samt hur hårt kuffen fästes kan påverka de uppmätta värdena (Erhardt *et al.*, 2007b). Det finns dock även studier som tyder på att erfarenhet är mindre viktigt vid blodtrycksmätning (Rattez *et al.*, 2010).

Individuella skillnader hos djuren på vilka blodtrycket skall mätas påverkar värdena. Hos människa anpassas kuffstorleken efter patientens armtjocklek då en större kuff bör användas på en överviktig person jämfört med en mager (Celis & Fagard, 2004). Trots att det inte finns några sådana studier gällande övervikt utförda på djur, bör detta rimligtvis kunna spela roll vid blodtrycksmätning hos hund. Dessutom kan rörelseartefakter försvåra mätningen, då muskelkontraktioner också producerar oscillationer (Erhardt *et al.*, 2007b). Som tidigare nämnts minimeras dock denna risk genom att placera kuffen på svansen.

”White-coat-effekten”

Inom humanmedicinen kan en patients blodtryck ligga högre när denne befinner sig i en sjukhusmiljö eller är på ett läkarbesök (Celis & Fagard, 2004). Denna ”white coat effect” (WCE) är ett fenomen som även visat sig förekomma hos djur (Brown *et al.*, 2007). Den falska hypertensionen uppkommer då bland annat stress eller nervositet påverkar det centrala nervsystemet. Då sker exempelvis en förändring i det autonoma nervsystemet och bland annat kommer ett sympatikuspåslag leda till en snabb höjning av blodtrycket (Belew *et al.*, 1999; Brown *et al.*, 2007; Hoglund *et al.*, 2012). Flera studier har visat att ett högt blodtryck orsakat av stress, nervositet eller liknande kan leda till falsk diagnos av systemisk hypertension både hos människor och djur (Mancia *et al.*, 1987; Remillard *et al.*, 1991; Kallet *et al.*, 1997; Belew *et al.*, 1999; Bright *et al.*, 2002; Celis & Fagard, 2004). Den stress hundarna upplever kan ha flera orsaker där bland annat transporten till kliniken, att exponeras för en ny miljö, träffa nya människor och djur med många nya lukter och synintryck samt att utsättas för diverse undersökningsmetoder kan bidra till en WCE (Bragg *et al.*, 2015).

Det som försvårar hanteringen av detta fenomen är att den stressorsakade hypertensionen är svår att detektera, eftersom vissa individer får en kraftig ökning av blodtrycket medan andra inte alls verkar påverkas av en blodtrycksmätning i klinik- eller djursjukhusmiljö (Belew *et al.*, 1999). De värden som klassades som mild hypertension och därmed indikerar liten risk för framtida TOD i en studie, anses exempelvis kunna orsakas av WCE (Brown *et al.*, 2007). Djur med blodtrycksvärden i denna kategori (nära 160 mmHg i systoliskt tryck) och där WCE är trolig, behandlas generellt därför inte med blodtryckssänkande medicin om inte veterinärens övriga fynd tyder på ett sådant behov (Ware, 2014).

För att minimera risken för en WCE kan ACVIM:s rekommendationer användas (Martel *et al.*, 2013). Djuret bör placeras i ett lugnt rum för att få acklimatisera sig i 5-15 minuter innan blodtrycksmätningen inleds (Henik *et al.*, 2005; Brown *et al.*, 2007). Det är även fördelaktigt om djurägaren kan vara närvarande under mätningen (Hoglund *et al.*, 2012) och att flera mätningar görs under samma mätomgång, eftersom blodtrycket visat sig sjunka vid upprepade mätningar (Mancia *et al.*, 1986; Kallet *et al.*, 1997; Mishina *et al.*, 1997; Belew *et al.*, 1999).

Försök finns även utförda för att undersöka om en blodtrycksmätning i djurets hemmiljö kan minska risken för WCE, jämfört med om mätningen utförs i djursjukhusmiljö, men resultaten varierar. I en studie sågs att hundars blodtryck var signifikant lägre i hemmiljö jämfört med i djursjukhusmiljö då samma främmande person utförde båda mätningarna (Bragg *et al.*, 2015). Marino *et al* (2011) fick samma resultat, där mätning i djursjukhusmiljö ledde till ett signifikant högre blodtryck jämfört med om en främmande person eller djurägaren mätte trycket i hemmiljö. Fler författare har redovisat liknande resultat i studier utförda hos hund (Kallet *et al.*, 1997) och katt (Belew *et al.*, 1999). En annan författare (Remillard *et al.*, 1991) uppmätte ingen signifikant skillnad i blodtryck hos hundar på kliniken jämfört med i hemmiljö, men hjärtfrekvensen var signifikant högre på kliniken. I en studie förelåg ingen skillnad i blodtryck då djurägaren mätte det ensam hemma jämfört med när det mättes på kliniken med sjukvårdspersonal närvarande (Hoglund *et al.*, 2012).

En studie har även visat att ett högre blodtryck (WCE) hos hundar uppmättes då en veterinär utförde blodtrycksmätningen jämfört med när en sköterska utförde mätningen (Mancia *et al.*, 1987). I samma studie sågs ingen minskning av WCE när blodtrycket mättes på samma sätt upprepade gånger i hemmiljö två dagar i rad vid fyra separata tillfällen. Denna studie konkluderade att det behövs vidare studier där effekten undersöks under en längre tid och vid fler mätningstillfällen för att mäta och detektera WCE. I en annan studie sågs heller ingen minskning av WCE hos sex friska katter som utsattes för fem simulerade veterinärbesök, med blodtrycksmätning, under en sexveckorsperiod (Belew *et al.*, 1999). I en studie av Schellenberg *et al.* (2007) visades dock en signifikant minskning av WCE och att blodtrycket stabiliserades efter 14-16 dagar vid upprepade blodtrycksmätningar på beaglar. Initialt uppvisade åtta av 12 hundar värden som skulle klassas som hypertension, men efter 14 dagar uppmätte alla hundar värden som var inom normalvariationen. I studien sågs även att minskningen i blodtryck över tid var större ju högre initialt blodtryck hundarna hade.

MATERIAL OCH METODER

Medverkande hundar

Denna studie utfördes på Universitetsdjursjukhuset (UDS) vid Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) i Uppsala under perioden 2016-03-03 till 2016-10-28. Medverkande individer bestod av hundar med diagnosticerad njursjukdom samt friska kontrollhundar som alla deltog i forskningsprojektet "Early diagnosis of Chronic Kidney Disease (CKD) in the dog". Vid kronisk njursjukdom förekommer sekundär hypertension varför en blodtrycksmätning är viktig hos dessa patienter. Några hundar tillhörande studenter vid SLU inkluderades även i studien. Urvalet begränsades varken av ras, kön eller ålder.

Alla hundar som medverkade i studien var ägda av privatpersoner vilka godkänt hundarnas deltagande. En etisk ansökan för projektet "Early diagnosis of CKD in the dog" var godkänd (C 119414/15).

Blodtrycksmätning

Utrustning

För att mäta blodtrycket hos medverkande hundar användes en typ av automatisk blodtrycksmätare för hund och katt; S+B medVET Babenhausen HDO (high definition oscillometri). En mjukvara tillhörande HDO-systemet (MDSWIN Analyse Software) sammankopplades även med denna under blodtrycksmätningarna via bluetooth. All insamlad data sparades och analyserades när samtliga mätningar var utförda. För mer detaljerad information gällande HDO och tillhörande mjukvara, se rubriken "Oscillometri" ovan.

Genomförande

All förberedelse samt utförandet av blodtrycksmätningarna genomfördes enligt ACVIM:s rekommendationer (Brown *et al.*, 2007). Inför mätningen fick hunden möjlighet att aklimatisera sig i undersökningsrummet under 10-15 minuter. Svansens eller frambenets omkrets mättes, varefter två kuffar av olika storlek valdes ut till varje patient. Den första kuffen (kuff 1) valdes utifrån ACVIM:s rekommendation, det vill säga en kuffbredd motsvarande ca 40 % av omkretsen på den extremitet som används. Som kuff nummer två (kuff 2) valdes en kuff som var en storlek större än den första kuffen. Endast tillverkarens tre egna medföljande kuffar (c1, d1 & d2) användes. Blodtrycksmätningarna hos samtliga individer genomfördes alltid av samma person (EA) samt av djurägaren. Totalt utfördes tre mätomgångar på varje hund, där målet var att erhålla fem trovärdiga mätningar (för att beräkna ett medelvärde) från respektive mätomgång (tabell 3). Då EA mätte blodtrycket var djurägaren alltid närvarande och två mätomgångar genomfördes, en omgång med respektive kuffstorlek. Då djurägaren mätte blodtrycket fanns ingen annan än denne (förutom eventuellt medföljande sällskap) i rummet. Djurägaren mätte en omgång med kuffen som beräknades vara 40 % av aktuell extremitets omkrets. På de första nio hundarna utfördes dock endast två mätomgångar då jämförelse av kuffstorlek inte utfördes på dessa individer.

Under mätningarna var hunden oftast placerad stående på golvet. I de fall detta inte var möjligt mättes blodtrycket med hunden liggandes på sidan. Kuffen placerades runt svansen hos alla utom en hund som inte hade svans, varför kuffen istället placerades runt ett av

frambenen. Pälsen rakades/klippes inte innan mätning. Hundens position samt placering av kuff ändrades aldrig utan var konsekvent genom samtliga mätomgångar för respektive individ.

För att minska risken för metodfel mätte EA blodtrycket först varannan gång och varannan gång började djurägaren med mätningarna själv. På samma sätt mättes blodtrycket varannan gång med kuff 1 först och varannan gång med kuff 2 först. Vid samtliga mätningar noterade EA hundens signalement, vikt, svans- eller frambensomkrets, hundens position, upplevd stressnivå, kuffstorlek och placering samt uppmätta mätvärden. Stressnivån bedömdes av EA som en helhet under hela besöket för varje hund. En stigande skala (1-5) användes, vilken finns utformad och används rutinmässigt vid blodtrycksmätning hos hund och katt på UDS (tabell 3). Det kontrollerades även att hundens angivna hjärtfrekvens enligt blodtrycksmaskinen stämde överens med sanna hjärtfrekvensen, vilken verifierades via auskultation av hjärtat samt palpation av femoralpuls.

Tabell 3: *Den stigande skala (1-5) som användes för att bedöma hundarnas upplevda stressnivå som en helhet under hela besöket¹*

-
1. Normalt beteende, lugn.
 2. Viss antydning till stress, kan tillrättavisas utan tvång.
 3. Flåsar, något stressad, stilla men motvilligt.
 4. Märkbart stressad, måste hållas för att vara stilla.
 5. Hyperventilerar, kan ej hållas stilla, svårt att genomföra mätningen.
-

¹Instruktioner för blodtrycksmätning, UDS, SLU.

Alla djurägare blev tillsagda att försöka hålla sin hund i stillhet under mätningarna samt fokusera på det systoliska mätvärdet och pulsen. De blev också, inför de mätningar de själva skulle utföra, tillsagda att notera systoliska mätvärden samt om hunden rörde sig väldigt mycket under en mätning. Om det systoliska värdet eller pulsen skulle avvika extremt mycket från övriga mätningar sades att djurägaren inte behövde notera detta mätvärde. Förkortningen "SAP1" användes när EA utfört blodtrycksmätningen med kuff 1, "SAP1DÄ" när djurägaren utfört mätningen med kuff 1 och "SAP2" när EA utfört mätningen med kuff 2.

Den första mätningen i varje mätomgång räknades alltid bort. Flertalet mätningar noterades, men de mest avvikande förkastades omgående. Efter mätningarna valdes fem trovärdiga mätvärden ut för att beräkna ett medelvärde i systoliskt tryck, från varje mätomgång. Trovärdiga mätningar avser värden då djuret inte rört på sig eller på annat vis påverkat mätningen till ett extremt avvikande värde. Förutsättningen för denna beräkning var att variabiliteten för de fem mätvärden som hade valts ut inte översteg 20 %. Om så var fallet beräknades medelvärdet utifrån fyra mätvärden.

Vid analys av mjukvaran (MDSWIN Analyse Software) kontrollerades alla grafer från samtliga blodtrycksmätningar. Fokus lades på att identifiera rörelseartefakter samt utvärdera utseendet på graferna som helhet, för att på så sätt bedöma om de enskilda mätningarna kunde anses vara pålitliga eller inte. Fem nya mätvärden valdes sedan ut, vilka ansågs vara mest

pålitliga utifrån analysen av mjukvaran, för att beräkna nya medelvärden. Detta utfördes för alla enskilda mätningar i samtliga mätomgångar. De nya medelvärdena jämfördes med de medelvärden som beräknats innan mjukvaran analyserades, för att se om någon skillnad av klinisk betydelse förelåg.

Statistisk analys

De statistiska beräkningarna utfördes i programmet JMP Pro 11, SAS Institute, Cary, North Carolina, USA. Korrelationer mellan uppmätta värden vid de olika tryckmätningssomgångarna beräknades med hjälp av Pearsons korrelationskoefficient. Eventuella skillnader mellan blodtrycksresultaten från de olika mätomgångarna beräknades med hjälp av parat t-test. Data analyserades sedan vidare med hjälp av Bland Altman-diagram för att undersöka överensstämmelse av blodtrycket mellan olika kuffstorlekar samt mellan mättillfällen inom varje hund. För att ett resultat skulle betraktas som statistiskt signifikant krävdes ett p-värde $<0,05$.

RESULTAT

Medverkande hundar

Totalt inkluderades 31 hundar av 22 olika raser i studien. Av dessa var 18 tikar och 13 hanar. Hundarna var mellan 1-12 år gamla med en medelålder på 5,3 år och viktspannet var 6,3–46,2 kg vilket gav en medelvikt på 22,2 kg.

Blodtrycksmätning

Alla mätningar genomfördes i en verklig klinikmiljö under dagtid med normal aktivitet på djursjukhuset. Totalt utfördes 84 separata mätomgångar i studien. På nio av hundarna mättes blodtrycket i två omgångar istället för tre och på dem utfördes därför ingen jämförelse i kuffstorlek. Vid tre mätomgångar hos tre separata individer erhöles enbart fyra systoliska blodtrycksvärden där variationen var mindre än 20 %.

Det systoliska medelvärdet som beräknades efter varje mätomgång hos alla hundar, stressnivån samt vilken kuffstorlek som användes vid respektive omgång finns redovisat i tabell 4.

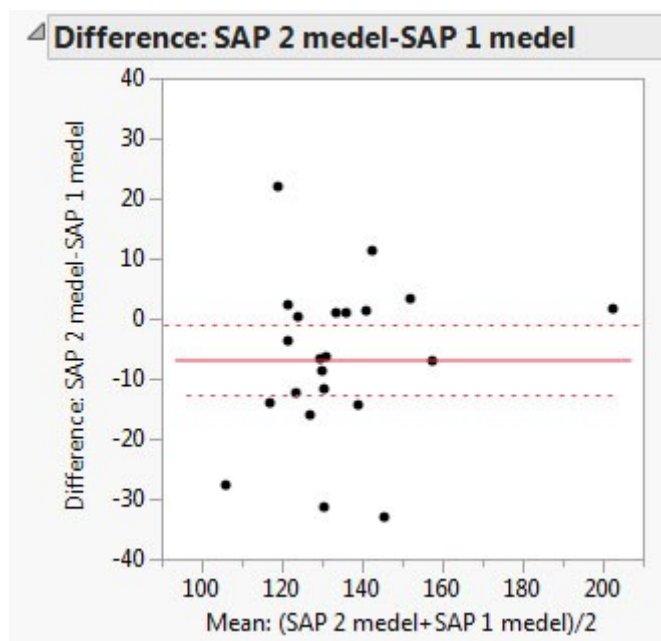
Tabell 4: *Samtliga 31 hundars medelvärden för SAP vid de tre olika mätomgångarna, kuffstorlek som användes vid respektive omgång samt upplevd stressnivå graderad i en stigande skala från 1-5, där 1 är lägsta och 5 är högsta nivån av stress*

Hund nr	Kuff 1	SAP1 (mmHg)	SAP1DÄ (mmHg)	Kuff 2	SAP 2 (mmHg)	Upplevd stressnivå (1-5)
1	d1	136	143	d2	137	1
2	c1	134	122	d1	128	3
3	c1	133	129	d1	126	3
4	c1	124	133	d1	110	4
5	d1	146	143	d2	115	3
6	c1	133	147	d1	134	2
7	c1	124	117	d1	120	2
8	d1	135	127	d2	126	1
9	c1	137	128	d1	148	2
10	c1	140	118	d1	142	2
11	d1	120	123	d2	92	4
12	c1	121	127	d1	123	4
13	c1	124	118	d1	124	2
14	c1	161	156	d1	154	2
15	c1	108	116	d1	130	2
16	c1	146	142	d1	132	2
17	c1	162	160	d1	129	3
18	c1	136	119	d1	124	2

19	d1	135	135	d2	119	3
20	d1	130	129	d2	117	3
21	d1	150	143	d2	154	3
22	c1	201	185	d1	203	4
23	c1	119	113	-	-	3
24	d1	213	192	-	-	4
25	d1	112	111	-	-	2
26	d1	158	146	-	-	3
27	d1	157	147	-	-	3
28	d1	189	143	-	-	2
29	c1	133	150	-	-	1
30	d1	160	148	-	-	3
31	c1	175	164	-	-	4

Jämförelse kuffstorlek

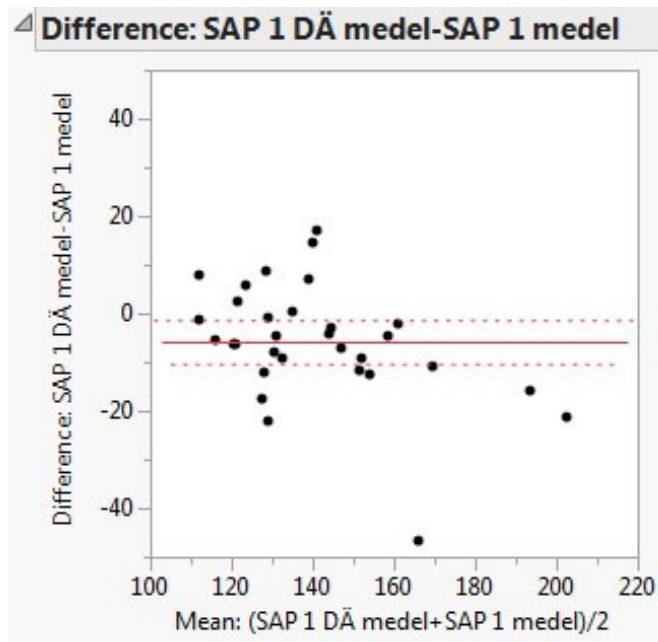
En signifikant skillnad ($p=0,025$) kunde ses i systoliskt tryck vid SAP1 (kuff 1) jämfört med SAP2 (kuff 2). Den smalare kuffen (kuff 1) uppmätte i genomsnitt ett blodtryck som var 6,8 mmHg högre än det som uppmättes med kuff 2 (figur 1). Denna skillnad påverkades inte av värdet på det blodtryck hunden hade. Korrelationen mellan SAP1 och SAP2 var 0,86.



Figur 1: Skillnad i systoliskt tryck då EA utförde mätningar med kuff 1 (SAP1) jämfört med kuff 2 (SAP2) på y-axeln. Det systoliska medelvärde av de två mätomgångarna tillsammans hos varje individ på x-axeln. En jämförelse utfördes och statistisk signifikans kunde konstateras med en genomsnittlig skillnad på 6,8 mmHg. Hos en del hundar var dock denna skillnad i systoliskt tryck betydligt större än 6,8, samtidigt som andra uppvisade en omvänd effekt där blodtrycket låg lägre under SAP1 jämfört med SAP2. Nivån på uppmätt blodtryck hade ingen inverkan på resultatet.

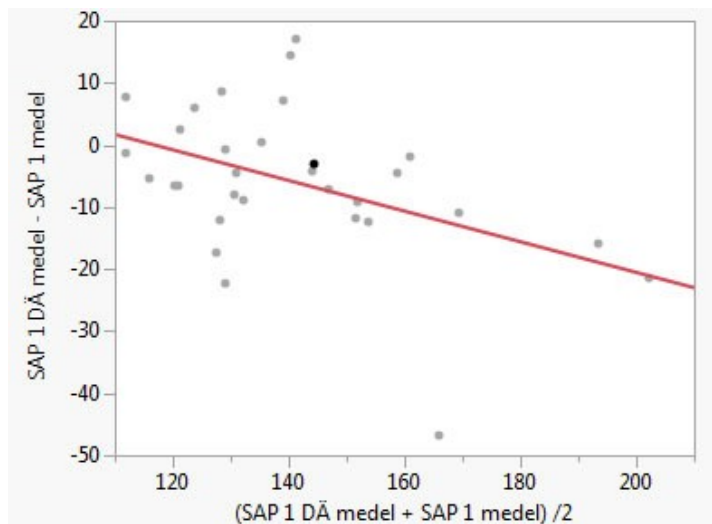
Påverkan av white-coat-effekt på blodtrycket

Det systoliska blodtrycket låg signifikant högre ($p=0,013$) då EA utförde blodtrycksmätningen (SAP1) jämfört med när djurägaren gjorde det ensam (SAP1DÄ), med en genomsnittlig skillnad på 5,8 mmHg (figur 2). Korrelationen mellan blodtrycksvärden vid SAP1 jämfört med SAP1DÄ var 0,88.



Figur 2: Skillnad i systoliskt tryck då EA utförde mätningen (SAP1) jämfört med när djurägaren utförde den ensam (SAP1DÄ) på y-axeln. Det systoliska medelvärdet av de två mätomgångarna tillsammans hos varje individ på x-axeln. En jämförelse utfördes varvid en statistisk signifikans kunde konstateras med en genomsnittlig skillnad på 5,8 mmHg mellan mätomgångarna. Hos en del hundar var dock denna skillnad i systoliskt tryck betydligt större än 5,8, samtidigt som andra uppvisade det motsatta där blodtrycket låg lägre under SAP1 jämfört med SAP1DÄ.

Vidare sågs att ju högre blodtryck hundarna hade, desto större var skillnaden i systoliskt tryck mellan SAP1 och SAP1DÄ ($p=0,013$) (figur 3). Hundar med ett blodtryck >150 mmHg hade signifikant lägre blodtryck vid SAP1DÄ jämfört med vid SAP1 ($p=0,003$), samtidigt som denna skillnad fanns, men inte var signifikant, hos hundar med blodtryck <150 mmHg (data ej redovisad). Om djurägaren mätte blodtrycket själv först eller sist under besöket påverkade inte resultatet.



Figur 3: Skillnad i systoliskt blodtryck då EA utförde mätningen (SAP1) jämfört med när djurägaren utförde mätningen ensam (SAP1DÄ) på y-axeln. Systoliska medelvärden av de två mätomgångarna tillsammans hos varje individ på x-axeln. Ju högre diagnosticerat blodtryck hundarna hade desto större blev skillnaden mellan SAP1 och SAP1DÄ.

Inget samband kunde ses mellan systoliskt tryck (SAP1, SAP1DÄ) eller i skillnaden mellan dessa två mätomgångar och (av operatören) upplevd stressnivå.

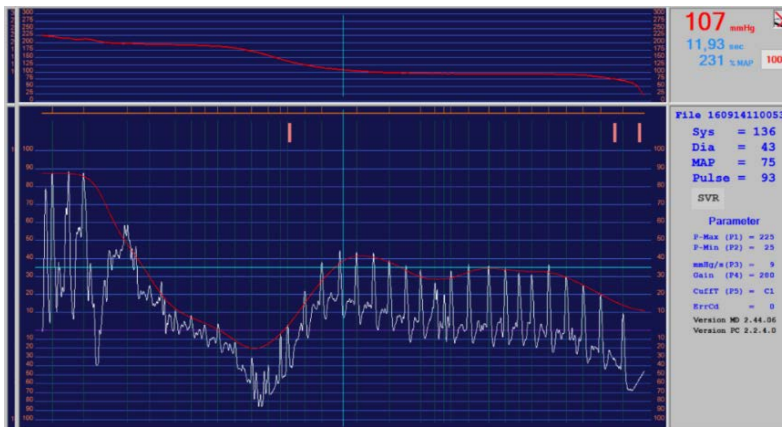
Utvärdering av mjukvara tillhörande HDO:n

Mjukvaran användes på totalt 30 hundar då den inte fanns att tillgå vid blodtrycksmätning på en hund. Mjukvaran användes därmed vid 82 mätomgångar och av dessa registrerades 79 omgångar felfritt. Några gånger fick mjukvaran inte kontakt med HDO-systemet. Detta upptäcktes oftast, så att det gick att justera under mätningen, varvid enda problemet var att utförandet tog extra lång tid. Vid två mätomgångar hos två olika hundar upptäcktes dock inte att mjukvaran inte registrerat mätningarna förrän efteråt. Vid en mätomgång hos en hund gick det inte att få mjukvaran att registrera de värden HDO:n uppmätte, trots flertalet försök.

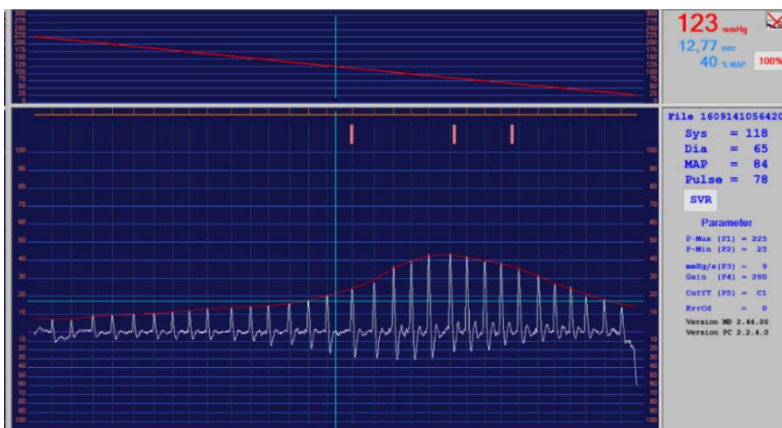
En analys av samtliga mätomgångar utfördes genom att studera mjukvarans uppritade grafer vid varje blodtrycksmätning. Fokus lades på att identifiera större rörelseartefakter eller liknande som påverkade grafernas utseende väsentligt och därmed kan ha påverkat riktigheten i de uppmätta värdena. De fem mätvärden som tidigare valts ut för att beräkna ett medelvärde i systoliskt tryck från respektive mätomgång analyserades utifrån graferna tillsammans med resterande registrerade mätvärden. Vid samtliga mätomgångar valdes fem nya trovärdiga mätvärden ut, baserat på grafernas utseende, för att beräkna ett nytt medelvärde från varje mätomgång. Totalt valdes nya mätvärden ut vid 37 av de 79 mätomgångarna (47 %). Vid 42 mätomgångar (53 %) byttes alltså inga mätvärden ut, eftersom exakt samma mätvärden hade valts ut både med och utan mjukvara. Vid 23 av de 49 mätomgångar (ca 47 %) som EA utförde byttes mätvärden ut, jämfört med 14 av de 31 omgångar (ca 47 %) som djurägaren utförde själv.

I vissa fall hade ett mätvärde använts för att beräkna ett medelvärde där mjukvarans graf visade på stora rörelseartefakter, ett exempel på en sådan mätning ses i figur 4. Hos samma

individ fanns även mätningar där inga större rörelseartefakter förelåg, men som inte tagits med för att beräkna medelvärdet (figur 5). Efter analys av mjukvaran valdes bland annat mätningen från figur 5 ut istället för den i figur 4 för att beräkna ett nytt medelvärde.



Figur 4: Mjukvarans graf under en blodtrycksmätning med stora rörelseartefakter som, innan analys av mjukvaran, valts ut för att beräkna ett medelvärde i SAP från denna mätomgång.

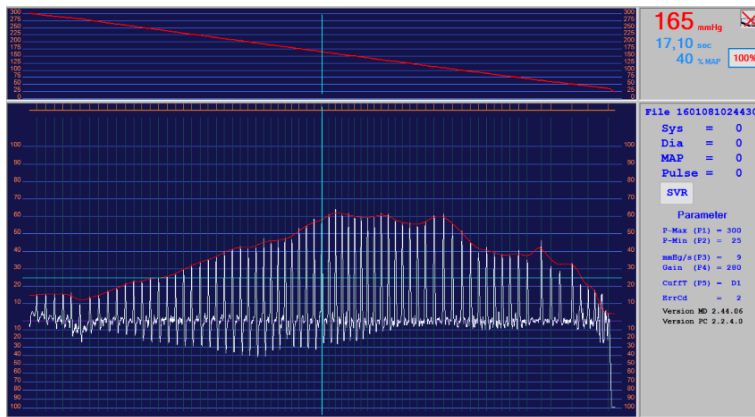


Figur 5: Mjukvarans graf under en mätning utan stora rörelseartefakter som, innan analys av mjukvaran, inte hade tagits med för att beräkna ett medelvärde i SAP hos samma individ som figur 4.

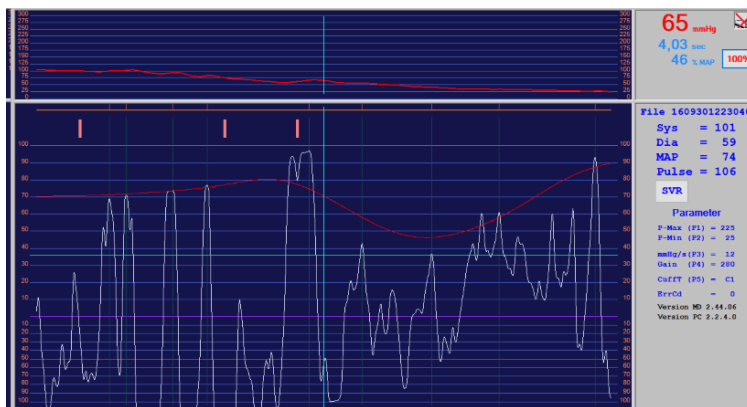
När nya medelvärden hade beräknats, från de 37 mätomgångarna, jämfördes dessa med de medelvärden som beräknats innan analysen av mjukvaran. Vid majoriteten av mätomgångarna, 32 stycken (86 %), blev denna skillnad i medelvärde <10 mmHg. Dessa utgör 41 % av samtliga mätomgångar (79 stycken). Hos fyra hundar (11 %) var skillnaden 10-20 mmHg, vilket utgör 5 % av samtliga mätomgångar. Hos en hund (3 %), vilket utgör 1 % av samtliga mätomgångar, var skillnaden i beräknat medelvärde >20 mmHg.

Totalt registrerades 828 enskilda blodtrycksmätningar i mjukvaran i denna studie. Vid 57 av dessa mätningar uppgav mjukvaran värdet 0 på samtliga mätvärden. Vid 52 av dessa 57 mätningar fanns en uppritad graf där stora rörelseartefakter ofta kunde ses men i vissa fall såg grafen relativt normal ut (figur 6). Av okänd anledning kunde mjukvaran alltså inte beräkna korrekta mätvärden vid dessa tillfällen. Vid fem av de 57 mätningarna fanns inte någon graf att tillgå.

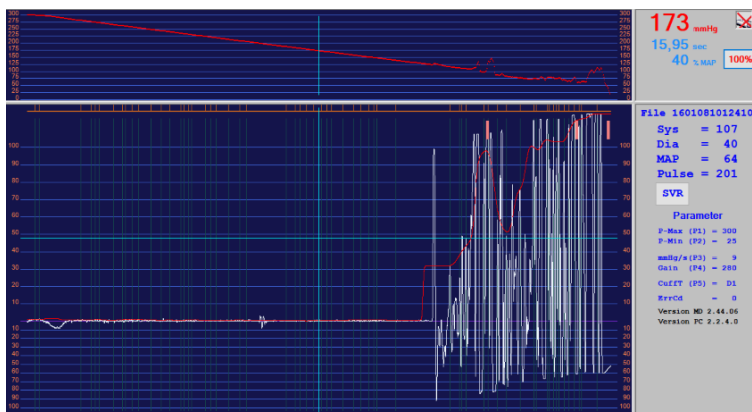
Totalt erhöles således 771 registrerade mätningar där mjukvaran ritat upp grafer och angivit mätvärden för SAP, MAP, DAP och puls. När dessa grafer utvärderades bedömdes 76 mätningar (9,9 %) enligt operatören uppvisa ett alltför avvikande utseende för att vara trovärdiga, även om systemet faktiskt angav ett resultat för mätningen. Dessa värden såg exempelvis ut som i figur 7 och 8.



Figur 6: Exempel på en graf från mjukvaran med ett relativt normalt utseende där HDO-maskinen inte kunde uppge några blodtrycksvärden.



Figur 7: Exempel på en graf från mjukvaran med ett avvikande utseende där operatören bedömde att mätningen inte var tillförlitlig. Trots detta har HDO-maskinen rapporterat värden utan felkod.



Figur 8: Exempel på en graf från mjukvaran med ett avvikande utseende där operatören bedömde att mätningen inte var tillförlitlig. Trots detta har HDO-maskinen rapporterat värden utan felkod.

DISKUSSION

I studien jämfördes uppmätt systoliskt tryck från två separata mätomgångar då två olika, på varandra följande, kuffstorlekar tillhörande HDO-systemet användes på samma hund. Resultatet visade att det förelåg en statistiskt signifikant skillnad där kuff 1 mätte ett genomsnittligt högre blodtryck än kuff 2. Detta stämmer väl överens med tidigare studier som visat att en större och bredare kuff generellt sett mäter ett lägre tryck än en mindre och smalare kuff (Geddes *et al.*, 1980; Erhardt *et al.*, 2007b; Ware, 2014). Den genomsnittliga skillnaden var i studien 6,8 mmHg. Denna skillnad är dock så pass liten att den troligen inte kan anses vara kliniskt signifikant. Detta eftersom en skillnad på ca 6,8 mmHg i uppmätt tryck med stor sannolikhet inte kommer förändra några kliniska slutsatser avseende exempelvis om en patient ska behandlas medicinskt eller inte. Dessutom var spridningen stor och skillnaden kunde slå åt båda håll hos olika individer. Värdet på hundarnas blodtryck hade heller ingen inverkan på resultatet. Baserat på resultatet bör dock samma kuffstorlek användas till samma hund vid upprepade blodtrycksmätningar, för att på bästa sätt kunna jämföra resultaten.

I litteraturen nämns att kuffstorleken är väsentlig vid en blodtrycksmätning då klassisk oscillometri eller ultraljudsdoppler används samt att bredden på kuffen bör utgöra ca 40 % av aktuell extremitets omkrets (Valtonen & Eriksson, 1970; Geddes *et al.*, 1980; Sawyer *et al.*, 1991). Kuffen placeras dock aldrig runt svansen i dessa studier, vilket flera författare idag rekommenderar (Bodey *et al.*, 1994; Haberman *et al.*, 2006). I vissa publikationer hänvisas även till en studie (Hassler *et al.*, 1979), för val av kuffstorlek, vilken egentligen inte utfört någon egen undersökning av olika kuffstorlekar. Den publikationen bör därför vara en opålitlig källa för att utvärdera hur bred en kuff bör vara.

Som tidigare nämnts baseras val kuffstorlek, då HDO används, istället på hundens vikt och/eller kroppsstorlek men de exakta rekommendationerna har förändrats över tid (Erhardt *et al.*, 2007b; Seliskar *et al.*, 2013; Rysnik *et al.*, 2013; Lyberg, 2016). Detta leder till att instruktionerna blir svårtolkade och ger även utrymme för inkonsekventa val, operatörer emellan. Detta eftersom olika operatörer exempelvis kan ha olika åsikt avseende vilken hund som är stor respektive liten.

När djurägaren mätte blodtrycket ensam på sin hund var systoliska trycket signifikant lägre jämfört med när EA utförde mätningen i denna studie. Den genomsnittliga skillnaden var 5,8 mmHg. Detta talar för att en WCE verkar föreligga vid närvaro av en för hunden främmande person. Dock upptäcktes att skillnaden ibland kunde slå åt andra hållet. Vissa individer hade ett lägre blodtryck när EA utförde mätningen än när djurägaren utförde den. Hos hundar med blodtryck > 150 mmHg var SAP1DÄ signifikant lägre än SAP1. Blodtrycket var genomsnittligt lägre vid SAP1DÄ även hos hundar med blodtryck <150 mmHg men hos dessa hundar var skillnaden inte signifikant. Generellt sågs en större skillnad i blodtryck mellan de två mätomgångarna (vilket tolkas som större minskning i WCE) ju högre diagnosticerat blodtryck hundarna hade (figur 3). Även Schellenberg *et al.*, (2007) såg en liknande tendens i sin studie då minskningen i WCE över tid var större ju högre blodtryck hundarna hade diagnosticerats med. Fenomenet skulle i den här studien kunna förklaras av att

hundar med ett blodtryck >150 mmHg kan vara just de individer som upplever mest stress i kliniksituationen.

I studien sågs ingen statistisk skillnad i systoliskt tryck vid SAP1, SAP1DÄ (eller i skillnad i systoliskt tryck mellan dessa två mätomgångar) beroende på (av operatören) upplevd stressnivå. Vissa individer som uppvisade låg stressnivå under mätningen visade sig ha högt blodtryck samt stor minskning i WCE då hunden blev lämnad ensam med djurägaren. Detta tyder på att stressnivån kan vara väldigt svåruppskattad, samt svår att relatera till grad av WCE, eftersom vissa hundar verkar visa sin stress tydligt utåt medan andra inte gör det. Troligen missas stress hos de djur som inte flåsar, darrar eller utför andra typiska stressbeteenden. Bedömningen av stressnivå kan dessutom förmodligen skilja sig en hel del operatörer emellan men genom att använda sig av en graderad skala kan bedömningen åtminstone bli överskådlig.

Trots tvetydiga resultat, finns flera studier som tyder på att blodtrycksmätning i djurets hemmiljö kan bidra till en minskad WCE oavsett om det är en främmande person eller djurägaren själv som utför mätningen (Kallet *et al.*, 1997; Belew *et al.*, 1999; Marino *et al.*, 2011; Bragg *et al.*, 2015). Denna studie visar dock att det även är personerna i sig som kan påverka en WCE, då miljön i dessa fall varit identisk och endast de närvarande personerna har förändrats. Høglund *et al.*, (2012) har också sett att närvarande personer spelar roll då hundars blodtryck steg väsentligt när djurägaren lämnade rummet och endast veterinären var kvar och utförde blodtrycksmätningen. Utifrån resultatet i denna studie kan det därför vara en fördel att på djursjukhus och kliniker låta djurägaren mäta blodtrycket på sitt djur ensam i rummet. Speciellt i tveksamma fall, där hypertension kan misstänkas, för att se om en minskning av blodtrycket kan ske. På så vis minskas risken att diagnosen hypertension ställs felaktigt på grund av en WCE.

Av 31 medverkande hundar var det 19 stycken som tillhörde studenter på SLU och 12 som tillhörde privatpersoner ej kopplade till SLU. I studien uppvisade sju hundar en ”omvänd WCE”, d.v.s. blodtrycket var lägre vid SAP1 jämfört med SAP1DÄ, istället för tvärtom. Ett observandum var att sex av dessa sju hundar (86 %) tillhörde studenter. Flertalet av dessa studenthundar hade medverkat vid olika praktiska övningar för veterinärstudenter på just det djursjukhus där blodtrycksmätningarna ägde rum i denna studie, varför de kanske inte kan anses vara helt representativa för att utvärdera hur vanliga patienthundar upplever en liknande situation. Dock uppvisade även flera studenthundar en misstänkt WCE. En annan möjlighet till att en ”omvänd WCE” uppstod kan vara att just den djurägaren, oavsett om denne är student eller inte, kände en större nervositet och stress över att ensam utföra blodtrycksmätningen. Stressen kan exempelvis ha uppkommit då djurägaren helt ensam skulle hålla sin hund stilla, sköta HDO:n samt notera blodtrycksvärden, vilket EA hjälpte till med under övriga mätomgångar. En eventuell stress hos djurägarna kan då ha påverkat hundarna.

Vad gäller användarvänligheten av mjukvaran tillhörande HDO:n så registrerar mjukvaran oftast mätningarna felfritt (79 av 82 mätomgångar). Detta tack vare att operatören oftast hann upptäcka att problem uppstått i kontakten mellan mjukvara och HDO-systemet i början av mätningen. Problemet kunde då åtgärdas genom att starta om någon eller båda enheterna eller

göra om sammankopplingen. Oftast gick problemet alltså att lösa innan eller under mätningens gång, varvid tillräckligt många mätningar erhöles. Detta utgör en faktor som påverkar användarvänligheten negativt, då det tar extra mycket tid om allt inte fungerar som det ska. Risken finns även att hundens tålmod tar slut och att operatören därmed går miste om möjligheten till tillförlitliga mätvärden. Dessutom bidrar detta till att operatören inte kan ha lika stor fokus på djuret och dess beteende, då operatören måste vara observant på att mjukvaran registrerar mätningarna. Oftast uppstod dock detta problem precis i början av en mätning och mjukvaran fungerade bra när den väl fått kontakt med HDO:n. I en klinisk situation bör det således fungera bättre. Kanske kan problemet avhjälpas genom att sammankoppla de två enheterna med en USB-sladd istället för via bluetooth. Dock är bluetooth på många sätt smidigare eftersom HDO-maskinen tillsammans med mjukvaran i sig redan innebär en del utrustning med en surfplatta, diverse sladdar och kuffar.

Det faktum att nya medelvärden erhöles vid 37 av de 79 mätomgångarna (47 %), efter att mjukvaran hade analyserats, talar för att mjukvaran faktiskt bidrar med information. Utifrån dessa siffror skulle slutsatsen kunna dras att mjukvaran tillför värdefull information som operatören annars aldrig hade kunnat ta del av. Mot bakgrund av detta kan rekommenderas att mjukvaran alltid används under en blodtrycksmätning. Dock skilde sig de nya medelvärdena inte så mycket från de medelvärden som operatören räknat ut innan mjukvaran användes som hjälp. Vid de allra flesta av mätomgångarna (53 %) byttes inga mätvärden ut alls. Vid 32 av 79 mätomgångar (41 %) var skillnaden i medelvärde <10 mmHg, vilket inte utgör någon skillnad av klinisk betydelse. Med stor sannolikhet kommer inga slutsatser eller bedömningar gällande eventuell behandling av patienten att förändras i och med en så liten förändring i uppmätt blodtryck. Hos de individer där skillnaden blev >10 mmHg, vilket endast var vid fem av 79 mätomgångar (6 %), kan skillnaden däremot sannolikt bedömas vara av klinisk betydelse. Vid en av dessa fem mätomgångar var skillnaden dessutom >20 mmHg. Ett observandum var att dessa fem hundar också var de individer som inte upplevdes mest stressade, men som hade svårt att stå stilla. Hos en av dessa individer skilde sig de uppmätta blodtrycksvärdena mycket åt och därför var det svårt att välja ut de mest rimliga mätvärdena innan mjukvaran användes till hjälp. Således kan mjukvaran tänkas tillföra viktig information framförallt hos hundar som har svårt att stå stilla under mätningen, där mycket rörelseartefakter förekommer, eller där uppmätta mätvärden skiljer sig mycket åt.

Att ca 47 % av mätomgångarnas medelvärden byttes ut både under SAP1 och SAP1DÄ talar för att mjukvaran inte tillför någon extra information under den mätomgång djurägaren är ensam på rummet. Uppenbarligen gick det lika bra för operatören att uppskatta vilka mätvärden som var mest riktiga, både då denne själv utförde mätningen samt när djurägaren gjorde det.

Djurägarna blev tillsagda att notera om hundarna rörde sig mycket under en mätning. Däremot skulle djurägarna inte undvika att notera mätvärden vid sådana tillfällen, men det hade heller inte sagts att dessa värden tvunget skulle noteras. Ett observandum var att mjukvaran ibland registrerat mätningar, vilka operatören bedömde som pålitliga, som djurägaren inte noterat under SAP1DÄ. Vid tillfällen där det fanns få mätvärden noterade att

välja ifrån kunde dessa data, som mjukvaran bidrog med, tillföra värdefull information. Utifrån detta kan det vara bra att förtydliga för djurägaren att notera eventuella störande faktorer, såsom rörelse, så att denna information finns med vid bedömningen. Men förtydliga att de inte bör undvika att notera mätvärden i de fallen.

Det är inte alltid så lätt att veta i förväg hos vilken individ endast ett fåtal blodtrycksmätningar är möjliga att erhålla. Men enligt ovan kan mjukvaran tillföra värdefull information vid just sådana tillfällen. I studien var det framförallt tidsbrist som ibland bidrog till att endast ett fåtal mätningar gick att utföra hos en hund. Därför kan det sannolikt vara en fördel att på kliniken använda sig av mjukvaran vid blodtrycksmätning hos hundar om operatören vet redan innan att tiden är knapp.

Analysen tyder på att HDO-systemet känner av de allra största rörelseartefakterna och uppger vid sådana tillfällen inga mätvärden. Det som upptäcktes vid analys av mjukvaran var dock att det fanns mätningar där stora rörelseartefakter förekom, men där HDO-systemet ändå uppgav mätvärden. Om mjukvaran inte hade använts skulle operatören mycket väl kunna förlita sig på dessa värden trots att de kanske inte är pålitliga. Vid 76 av 771 registrerade mätningar (9,9 %), där HDO:n uppgav mätvärden, gav grafens utseende tvivel om hur korrekt det uppmätta blodtrycket faktiskt var. Kanske är det just dessa värden som är viktiga att upptäcka med mjukvaran? Dock observerades att dessa opålitliga värden ofta skilde sig mycket från övriga (pålitliga) uppmätta värden i form av att de var extremt mycket högre eller lägre. Därför hade operatören ändå inte valt att använda dem för att beräkna ett medelvärde, varken med eller utan mjukvaran. Att en del grafer såg relativt normala och pålitliga ut, samtidigt som HDO-systemet ändå inte kunde uppge några mätvärden, kan troligen förklaras av att någon annan faktor också har spelat in, utöver rörelseartefakter. Vissa artefakter illustreras kanske inte i mjukvaran vid varje mätning.

Studiens begränsningar

Eftersom alla mätomgångar inte kunde utföras exakt samtidigt, kan inte resultaten från de olika mätomgångarna jämföras med varandra med hundraprocentig riktighet, i och med att blodtrycket är ständigt föränderligt. Individuella skillnader såsom att vissa hundar var mest stressade i början av proceduren samtidigt som andra blev mer och mer stressade ju längre tid de var tvungna att stå stilla kan också påverka studiens resultat. Ibland skulle hundarna ha behövt lite längre tid på sig än 10-15 min, för att hinna varva ner innan blodtrycksmätningen. Hos vissa hundar hade blodtrycket troligen sjunkit mer även under mätningen, om denna kunnat pågå under lite längre tid. Dock var det inte alltid detta hanns med, då andra undersökningar var inplanerade under samma besök. Sådana problem minimerades dock genom att standardmässigt variera vilken mätomgång som blodtrycksmätningarna inleddes med. En annan fördel var att det alltid var samma främmande person som utförde mätningarna och hanterade allt det praktiska i samband med dem på samtliga hundar.

Analysen av grafernas utseende utfördes endast av en person. Kanske hade andra operatörer bedömt graferna annorlunda bland annat beroende på hur insatta de är i tekniken samt i mjukvarans funktion.

Informationen till djurägarna avseende utförandet av blodtrycksmätningen kunde ha varit mer standardiserad, eventuellt i skriftlig form.

Slutsats

Denna studie visade, liksom många andra studier, att en större och bredare kuff uppmäter ett lägre tryck än en mindre och smalare kuff, även vid användande av HDO. Dock var denna skillnad inte kliniskt signifikant, varför slutsatsen blir att valet av kuffstorlek vid blodtrycksmätning med HDO hos hund troligen inte spelar någon avgörande roll för resultatet och bedömningen hos den enskilda patienten.

Denna studie visade att det var fördelaktigt att låta djurägaren mäta blodtrycket ensam på sin hund. Framförallt gäller det då hypertension kunde misstänkas, till exempel i de fall ett blodtryck över 150 mmHg hade uppmätts, för att försöka minska en eventuell WCE.

Analysen av mjukvaran i denna studie utmynnade i att det sannolikt inte är helt nödvändigt att rutinmässigt använda sig av mjukvaran vid en blodtrycksmätning för avgöra om mätningen är korrekt utförd och överensstämmande med verkligheten. Däremot kan den vara användbar och bidra med kompletterande information, framförallt hos individer som har svårt att vara stilla under mätningen eller där mätvärdena skiljer sig mycket ifrån varandra. Även hos individer där endast ett fåtal mätningar är möjliga att utföra kan det vara till fördel att ha mjukvaran uppkopplad för att välja ut de värden som sannolikt motsvarar det sanna blodtrycket hos patienten.

TACK

Jag vill rikta ett stort tack till min handledare Lena Pelander, som varit ett stort stöd under arbetets gång och alltid ställt upp med ovärderlig handledning. Varmt tack även till min biträdande handledare Jens Häggström samt examinator Ann Pettersson för värdefull återkoppling.

REFERENSER

Artiklar

- Baumgart, P. (1991). Circadian rhythm of blood pressure: internal and external time triggers. *Chronobiology International*, 8: 444-450.
- Belew, M.A., Barlett, T. & Brown, S.A. (1999). Evaluation of the white-coat effect in cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 13: 134-142.
- Bodey, A.R. & Michell, A.R. (1996). Epidemiological study of blood pressure in domestic dogs. *Journal of Small Animal Practice*, 37: 116-125.
- Bodey, A.R., Michell, A.R., Bovee, K.C., Buranakurl, C. & Garg, T. (1996). Comparison of direct and indirect (oscillometric) measurements of arterial blood pressure in conscious dogs. *Research in Veterinary Science*, 61: 17-21.
- Bodey, A.R. & Rampling, M.W. (1999). Comparison of haemorrhological parameters and blood pressure in various breeds of dog. *Journal of Small Animal Practice*, 40: 3-6.
- Bodey, A.R., Young, L.E., Bartram, D.H., Diamond, M.J. & Michell, A.R. (1994). A comparison of direct and indirect (oscillometric) measurements of arterial blood pressure in anaesthetised dogs, using tail and limb cuffs. *Research in Veterinary Science*, 57: 265-269.
- Bosiack, A.P., Mann, F.A., Dodam, J.R., Wagner-Mann, C.C. & Branson, K.R. (2010). Comparison of ultrasonic Doppler flow monitor, oscillometric, and direct arterial blood pressure measurements in ill dogs. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 20: 207-215.
- Bragg, R.F., Bennett, J.S., Cummings, A. & Quimby, J.M. (2015). Evaluation of the effects of hospital visit stress on physiologic variables in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 246: 212-215.
- Branson, K.R., Wagner-Mann, C.C. & Mann, F.A. (1997). Evaluation of an oscillometric blood pressure monitor on anesthetized cats and the effect of cuff placement and fur on accuracy. *Veterinary Surgery*, 26: 347-353.
- Bright, J.M. & Dentino, M. (2002). Indirect arterial blood pressure measurement in nonsedated Irish wolfhounds: reference values for the breed. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 38: 521-526.
- Brown, S., Atkins, C., Bagley, R., Carr, A., Cowgill, L., Davidson, M., Egner, B., Elliott, J., Henik, R., Labato, M., Littman, M., Polzin, D., Ross, L., Snyder, P. & Stepien, R. (2007). Guidelines for the identification, evaluation, and management of systemic hypertension in dogs and cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 21: 542-558.
- Celis, H. & Fagard, R.H. (2004). White-coat hypertension: a clinical review. *European Journal of Internal Medicine*, 15: 348-357.
- Chetboul, V., Tissier, R., Gouni, V., De Almeida, V., Lefebvre, H.P., Concordet, D., Jamet, N., Sampedrano, C.C., Serres, F. & Pouchelon, J.L. (2010). Comparison of Doppler ultrasonography and high-definition oscillometry for blood pressure measurements in healthy awake dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 71: 766-772.
- Geddes, L.A., Combs, W., Denton, W., Whistler, S.J. & Bourland, J.D. (1980). Indirect mean arterial pressure in the anesthetized dog. *American Journal of Physiology*, 238: H664-H666.

- Gouni, V., Tissier, R., Misbach, C., Balouka, D., Bueno, H., Pouchelon, J.L., Lefebvre, H.P. & Chetboul, V. (2015). Influence of the observer's level of experience on systolic and diastolic arterial blood pressure measurements using Doppler ultrasonography in healthy cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 17: 94-100.
- Haberman, C.E., Kang, C.W., Morgan, J.D. & Brown, S.A. (2006). Evaluation of oscillometric and Doppler ultrasonic methods of indirect blood pressure estimation in conscious dogs. *The Canadian Journal of Veterinary Research*, 70: 211-217.
- Hanzlicek, A.S., Baumwart, R.D. & Payton, M.E. (2016). Systolic arterial blood pressure estimated by mitral regurgitation velocity, high definition oscillometry, and Doppler ultrasonography in dogs with naturally occurring degenerative mitral valve disease. *Journal of Veterinary Cardiology*, 18: 226-233.
- Hassler, C.R., Lutz, G.A., Linebaugh, R. & Cummings, K.D. (1979). Identification and evaluation of noninvasive blood pressure measuring techniques. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 47: 193-201.
- Henik, R.A., Dolson, M.K. & Wenholz, L.J. (2005). How to obtain a blood pressure measurement. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*, 20: 144-150.
- Hoglund, K., Hanas, S., Carnabuci, C., Ljungvall, I., Tidholm, A. & Haggstrom, J. (2012). Blood pressure, heart rate, and urinary catecholamines in healthy dogs subjected to different clinical settings. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 26: 1300-1308.
- Hsiang, T.Y., Lien, Y.H. & Huang, H.P. (2008) Indirect measurement of systemic blood pressure in conscious dogs in a clinical setting. *The Journal of Veterinary Medical Science*, 70: 449-453.
- Kallet, A.J., Cowgill, L.D. & Kass, P.H. (1997). Comparison of blood pressure measurements obtained in dogs by use of indirect oscillometry in a veterinary clinic versus at home. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 210: 651-654.
- Mancia, G., Parati, G., Pomidossi, G., Grassi, G., Casadei, R. & Zanchetti, A. (1987). Alerting reaction and rise in blood pressure during measurement by physician and nurse. *Journal of the American Heart Association*, 9: 209-215.
- Marino, C.L., Cober, R.E., Iazbik, M.C. & Couto, C.G. (2011). White-coat effect on systemic blood pressure in retired racing greyhounds. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 25: 861-865.
- Martel, E., Egner, B., Brown, S.A., King, J.N., Laveissiere, A., Champeroux, P. & Richard, S. (2013). Comparison of high-definition oscillometry – a non-invasive technology for arterial blood pressure measurement – with a direct invasive method using radio-telemetry in awake healthy cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 15: 1104-1113.
- Meyer, O., Jenni, R., Greiter-Wilke, A., Breidenbach, A. & Holzgreffe, H.H. (2010). Comparison of telemetry and high-definition oscillometry for blood pressure measurements in conscious dogs: effects of torcetrapib. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, 49: 464-471.
- Mishina, M., Watanabe, T., Fujii, K., Maeda, H., Wakao, Y. & Takahashi, M. (1997). A clinical evaluation of blood pressure through non-invasive measurement using the oscillometric procedure in conscious dogs. *The Journal of Veterinary Medical Science*, 11: 989-993.

- Mishina, M., Watanabe, T., Matsuoka, S., Shibata, K., Fujii, K., Maeda, H. & Wakao, Y. (1999). Diurnal variations of blood pressure in dogs. *The Journal of Veterinary Medical Science*, 61: 643-647.
- Mitchell, A.Z., McMahon, C., Beck, T.W. & Sarazan, D. (2010). Sensitivity of two noninvasive blood pressure measurement techniques compared to telemetry in cynomolgus monkeys and beagle dogs. *Journal of Pharmacological and Toxicological Methods*, 62: 54-63.
- Rattez, E.P., Reynolds, B.S., Concordet, D., Layssol-Lamour, C.J., Segalen, M.M, Chetboul, V. & Lefebvre, H.P. (2010). Within-day and between-day variability of blood pressure measurement in healthy conscious Beagle dogs using a new oscillometric device. *Journal of Veterinary Cardiology*, 12: 35-40.
- Remillard, R.L., Ross, J.N. & Eddy, J.B. (1991). Variance of indirect blood pressure measurements and prevalence of hypertension in clinically normal dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 52: 561-565.
- Rondeau, D.A., Mackalonis, M.E. & Hess, R.S. (2013). Effect of body position on indirect measurement of systolic arterial blood pressure in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 242: 1523-1527.
- Rysnik, M.K., Cripps, P. & Iff, I. (2013). A clinical comparison between a non-invasive blood pressure monitor using high definition oscillometry (Memodiagnostic MD 15/90 Pro) and invasive arterial blood pressure measurement in anaesthetized dogs. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 40: 503-511.
- Sawyer, D.C., Brown, M., Striler, E.L., Durham, R.A., Langham, M.A. & Rech, R.H. (1991). Comparison of direct and indirect blood pressure measurement in anesthetized dogs. *Laboratory Animal Science*, 41: 134-138.
- Scansen, B.A., Vitt, J., Chew, D.J., Schober, K.E. & Bonagura, J.D. (2014). Comparison of forelimb and hindlimb systolic blood pressures and proteinuria in healthy shetland sheepdogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 28: 277-283.
- Schellenberg, S., Glaus, T.M. & Reusch, C.E. (2007) Effect of long-term adaptation on indirect measurements of systolic blood pressure in conscious untrained beagles. *Veterinary Record*, 161: 419-422.
- Seliskar, A., Zrimsek, P., Sredensek, J. & Petric, A.D. (2013). Comparison of high definition oscillometric and Doppler ultrasound devices with invasive blood pressure in anaesthetized dogs. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 40: 21-27.
- Syme, H. (2011). Hypertension in small animal kidney disease. North America: Small Animal Practice, 41: 63-89.
- Vachon, C., Belanger, M.C. & Burns, P.M. (2014). Evaluation of oscillometric and Doppler ultrasonic devices for blood pressure measurements in anesthetized and conscious dogs. *Research in Veterinary Science*, 97: 111-117.
- Valtonen, M.H. & Eriksson, L.M. (1970). The effect of cuff width on accuracy of indirect measurement of blood pressure in dogs. *Research in Veterinary Science*, 11: 358-362.
- Wernick, M., Doherr, M., Howard, J. & Francey, T. (2010). Evaluation of high-definition and conventional oscillometric blood pressure measurement in anaesthetised dogs using ACVIM guidelines. *Journal of Small Animal Practice*, 51: 318-324.

Böcker

- Ware, W.A. (2014). Systemic arterial hypertension. I: Nelson, R. & Couto, C.G. (ed.). *Small Animal Internal Medicine*. 5. ed. St. Louis: Elsevier Mosby, 190-194.
- Sjaastad, ØV., Sand, O. & Hove, K. (ed.) (2010). *Physiology of Domestic Animals*. 2. ed. Oslo: Scandinavian Veterinary Press, 393-401.
- Egner, B. (2007). Blood Pressure Measurement – Basic Principles and Practical Application. I: Egner, B., Carr, A. & Brown, S. (ed.), *Essential Facts of Blood Pressure in Dogs and Cats*. 4. Ed. Babenhausen: VetVerlag, 1-14.
- Ehrhard, W., Henke, J. & Carr, A. (2007a). Causes and Consequences of Hypotension. I: Egner, B., Carr, A. & Brown, S. (ed.), *Essential Facts of Blood Pressure in Dogs and Cats*. 4. Ed. Babenhausen: VetVerlag, 95-108.
- Ehrhard, W., Henke, J., Carr, A. & Egner, B. (2007b). Techniques. I: Egner, B., Carr, A. & Brown, S. (ed.), *Essential Facts of Blood Pressure in Dogs and Cats*. 4. Ed. Babenhausen: VetVerlag, 28-65.
- Kraft, W., Egner, B. & Carr, A. (2007). Causes and Consequences of Hypertension. I: Egner, B., Carr, A. & Brown, S. (ed.), *Essential Facts of Blood Pressure in Dogs and Cats*. 4. Ed. Babenhausen: VetVerlag, 67-93.

Övrigt

- Lyberg, M. (2016). *Inverkan av utrustning och hantering av hundar vid blodtrycksmätning*. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för Kliniska Vetenskaper/Veterinärprogrammet (Examensarbete 2016:17).
- International Renal Interest Society (IRIS) (2015) *Iris staging of CKD*. <http://www.iris-kidney.com/index.html> [2016-11-23]
- Tillverkarens (S+B medVET) hemsida. *Vet-HDO-monitor*. <http://www.vethdo.com/> [2016-11-23]