



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Metoder för blodtrycksmätning hos hund

Magnus Beckman



Självständigt arbete i veterinärmedicin, 15 hp
Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen Nr. 2010: 38
Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap
Uppsala 2010



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Metoder för blodtrycksmätning hos hund

Methods for blood pressure measurement in the dog

Magnus Beckman

Handledare:

Katja Höglund, SLU, Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi

Examinator:

Désirée S. Jansson, SLU, Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Omfattning: 15 hp

Kurstitel: Självständigt arbete i veterinärmedicin

Kurskod: VM0068

Program: Veterinärprogrammet

Nivå: Grund, G2E

Utgivningsort: SLU Uppsala

Utgivningsår: 2010

Omslagsbild: David T. Roen

Serienamn, delnr: Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen Nr. 2010:38
Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap, SLU

On-line publicering: <http://epsilon.slu.se>

Nyckelord: Blodtryck, blodtrycksmätning, hund, jämförelse, metoder

Key words: Blood pressure measuring, canine, comparison, methods

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	1
SUMMARY	2
INLEDNING	3
MATERIAL OCH METODER	3
Litteratursökning	3
LITTERATURÖVERSIKT	4
Direkt blodtrycksmätning	4
Indirekt blodtrycksmätning	5
Oscillometrisk blodtrycksmätning	6
Ultrasonografisk blodtrycksmätning	8
Auskultatorisk blodtrycksmätning	8
Fotopletysmografisk blodtrycksmätning	9
DISKUSSION	9
Slutsats	11
LITTERATURFÖRTECKNING	11

SAMMANFATTNING

Tillförlitlig blodtrycksmätning hos hund är viktigt för att kunna upptäcka avvikelser som kan orsaka eller kopplas samman med sjukdomstillstånd. Flera olika former av blodtrycksmätning existerar, men metoderna har utvärderats i varierande grad. Syftet med litteraturöversikten var att undersöka vilka fördelar och nackdelar det finns med olika metoder för blodtrycksmätning hos hund.

Viktigt vid utvärdering är att mätningarna sker simultant, eftersom blodtrycket varierar mycket mellan olika tillstånd och situationer. I huvudsak finns två typer, direkt och indirekt blodtrycksmätning.

Den direkta mätningen är invasiv och innebär att en kateter med trycksensor sätts in i en artär, vilket kräver gott handlag. Direkta mätningar anses bäst återspegla de ”sanna” värdena och används ofta som ”golden standard” vid utvärdering av indirekta metoder. Metoden bedöms dock vara omständlig, dyr och komplicerad, och således olämplig för rutinundersökningar.

De indirekta metoderna innefattar oscillometrisk, ultrasonografisk, auskultatorisk och fotopletysmografisk blodtrycksmätning. Vid samtliga indirekta metoder används en uppblåsbar manschett för att komprimera en extremitets- eller svansartär. När manschettrycket successivt minskar kan de olika tryckparametrarna mätas då blodflödet gradvis återgår. Indirekta metoder har i allmänhet god precision, men varierar i noggrannhet beroende på metod och mätställe. Metoderna är lättanvända, relativt billiga och kräver inte något ingrepp. Bland de indirekta metoderna utmärker sig den oscillometriska som den mest väldokumenterade med vilken samtliga tre blodtrycksparametrar kan mätas.

SUMMARY

Reliable blood pressure measurement in the dog is important for detection of differences that may cause or relate to states of illness. Blood pressure can be measured in many different ways, but the methods have been evaluated in varying degrees. The aim for this literature study was to investigate what pros and cons exist with different methods for blood pressure measurement in the dog.

For evaluation, it is important that measurements are done simultaneously, since the blood pressure varies a lot between different states and situations. There are two main types of blood pressure measurement, direct and indirect.

Direct measurement is invasive and implies the insertion of a pressure sensor catheter in an artery, a procedure that requires good skill. Direct measurement is considered to reflect the “true” values the best, and is typically used as “golden standard” for evaluation of indirect methods. The method is on the other hand regarded as expensive and complicated, and hence unsuitable for routine measurement.

Indirect methods comprise oscillometry, ultrasonography, photoplethysmography and auscultatory measurement. During all indirect measurements, an inflatable cuff is used to compress an extremity- or tail artery. When the cuff pressure is gradually reduced, the different blood pressure values can be detected due to the gradual blood reflow. Typically, precision is good with indirect methods, but the accuracy tends to vary depending on method and measurement location. Indirect methods are easy to use, relatively cheap and non-invasive. The most investigated indirect method is the oscillometric method, by which all main blood pressure parameters can be measured.

INLEDNING

Blodtryck är en dynamisk process som beror på att hjärtats sammandragningar orsakar tryckvågor som fortplantas ut i kärlen (Carr, 2001). Dynamiken resulterar i ett högsta tryck vid hjärtats sammandragning, systole, vilket kallas för systoliskt tryck. Motsvarande lägsta tryck när hjärtat slappnar av i diastole kallas diastoliskt tryck. Dessa tryckvariationer resulterar i ett cykliskt återkommande mönster varje hjärtslag. Genomsnittsvärdet av denna variation kallas för medelartärtryck, vilket är detsamma som vävnadsperfusionstryck (Davis & Geddes, 1990).

Mer matematiskt uttryckt är blodtrycket det laterala tryck per areaenhet som utövas av blodet på kärlväggen, enligt praxis angett i millimeter kvicksilver (mmHg) (Grosenbaugh & Muir, 1998). Ett normalt blodflöde är nödvändigt för att upprätthålla bra perfusion och därigenom syre- och näringstillförsel samt borttransport av avfallsprodukter i kroppsvävnaderna.

För högt blodtryck, hypertoni, kan leda till att vävnader förstörs. Permanent förhöjt blodtryck förknippas med olika former av njursjukdomar och ett flertal endokrina sjukdomar (Mishina et al, 1997; Weiser et al, 1977).

För lågt blodtryck, hypotoni, kan leda till att vitala organ inte blir ordentligt syresatta, vilket i sin tur kan ge ischemiska och irreversibla skador. Sövda och svårt sjuka patienter förlorar förmågan att autoreglera blodflödet (Grosenbaugh & Muir 1998). Detta innebär att speciella system för att reglera blodtrycket lokalt i exempelvis hjärna och njurar sätts ur spel. Detta i sin tur kan hos svårt sjuka djur orsaka både hypertoni och hypotoni. Sövda djur drabbas framför allt av en allmän hypotoni.

Att kunna mäta blodtrycket på ett adekvat och relativt lätthanterligt sätt är grundläggande för att i den kliniska situationen kunna utreda misstankar om och detektera hypertoni och hypotoni. Tillförlitlig blodtrycksmätning är också viktigt för att övervaka sövda eller kritiskt sjuka patienter, vilket rekommenderas av American College of Veterinary Anesthesiologists (1995).

Syftet med litteraturöversikten var att undersöka vilka fördelar och nackdelar det finns med olika metoder för blodtrycksmätning hos hund.

MATERIAL OCH METODER

Litteratursökning

Sökningen genomfördes i databasen *PubMed* samt i plattformen *Web of Knowledge*, som innefattar databaserna *CAB*, *Web of Science* och *BIOSIS*. Sökord som användes i olika kombinationer och i olika sökfält var:

- ”blood pressure” OR ”arterial pressure” (*Title* och *Topic*)
- measur* OR monitor* (*Topic*)
- compar* (*Topic*)

- dog OR dogs OR canine (*Topic*)

Vid utökad sökning användes även:

- direct OR indirect (*Topic*)
- doppler OR oscillometric* OR photoplethysmograph* OR auscultatory (*Topic*)

Vid sökning i *Web of Knowledge* avgränsades sökningen till veterinärmedicinska artiklar. Sökningarna gjordes 2010-02-22 och 2010-02-23. Vissa artiklar hittades via referenslistor i andra artiklar, framför allt i översiktsartiklar.

LITTERATURÖVERSIKT

Direkt blodtrycksmätning

Direkt blodtrycksmätning är en invasiv teknik som anses som ”golden standard” där blodtrycket mäts med en kateter som förs in i en artär (Bodey et al, 1996; Haberman et al, 2006). Metoden ger värden med hög noggrannhet, vilket beskriver hur väl uppskattningen stämmer överens med det sanna värdet, och hög precision, dvs hög reproducerbarhet. Den har också en hög verkningsgrad, vilket innebär ett högt ratio lyckade försök jämfört med totala antalet försök. Metoden är dock svår att använda rutinmässigt, då den är smärtsam och tidsödande (Love & Harvey, 2006).

Värden från direkta blodtrycksmätningar uppmätta i studier på hundar i olika situationer och vid olika medvetandegrad kan ses i Tabell 1. I en studie jämfördes direkt blodtrycksmätning med två typer av indirekt blodtrycksmätning i en klinisk situation med hundarna vid medvetande, liggandes och lätt fasthållna (Stepien & Rapoport, 1999). I studien mättes direkt blodtryck i femoralartären på 27 otränade privatägda hundar. Värden från de direkta mätningarna resulterade inte i några outliers, vilket däremot de indirekta mätningarna gjorde.

En annan metod för att erhålla direkta värden användes i en studie om sju försökshundar, som fått en radiotelemetrikateter inopererad i femoralartären (Bodey et al, 1996). Dessa direkta värden uppmättes parallellt med oscillometriska mätningar med varierande manschettplaceringar. Telemetrimetoden validerades i en annan studie som jämförde överensstämmelsen mellan telemetrisystem och konventionell blottlagd kateter hos tre hundar under 28-75 veckor (Brooks et al, 1996). 200 simultana mätningar under en dag resulterade i korrelationer med $r \geq 0,966$ och $p \leq 0,0001$ vid samtliga tillfällen. Dock visade samma studie att telemetriutrustningen underestimerade de sanna värdena, eftersom medeldifferenserna mellan metoderna beräknad punktvis under lång tid oftast avvek positivt från noll $p < 0,001$.

Mätningar från hundar vid medvetande kan jämföras med värden i andra studier från sederade eller sövda hundar. Hos 20 hundar i narkos uppmättes systoliska värden som var lägre än för hundar vid medvetande, medan det inte förelåg någon skillnad mellan de diastoliska trycken (Harvey et al, 1983). I en nyare studie som mätte blodtryck på 11 hundar i lätt och djup narkos redovisades dock värden som var mycket lägre även för det lätta narkosdjupet (Gains et al, 1995).

Ytterligare kan värdena från ovanstående kliniska situationer jämföras med en studie där blodtrycket mättes kontinuerligt dygnet runt hos sju försökshundar med inopererad radiotelemetrikateter i femoralartären (Mishina et al, 1999). Resultaten från denna studie visar att framför allt det systoliska blodtrycket är lägre i den undersökta icke-kliniska situationen jämfört med i den kliniska situationen som undersöktes hos bl a Stepien & Rapoport (1999) och Bodey et al (1996), även under perioder av intensiv aktivitet hos hundarna.

Tabell 1. Värden från direkt blodtrycksmätning hos hund med variationer mellan olika metoder, situationer och tillstånd

Studie	Metod	Antal hundar	Situation/ tillstånd	Blodtrycksvärde [†] (mmHg)		
				Systoliskt blodtryck	Diastoliskt blodtryck	Medelartärtryck
Stepien & Rapoport, 1999	arteriell punktering	27	klirik/ vaken, liggande	154±40	84±18	107±22
Bodey et al, 1996	telemetri	7	klirik/ vakna, stående	157-165 ^a	78-82 ^a	102-104 ^a
			klirik/ vakna, liggande	173-183 ^a	78-89 ^a	105-118 ^a
Harvey et al, 1983	arteriell punktering	20	klirik/ sövda	138±58	84±34	-
Gains et al, 1995	arteriell punktering	11	klirik/ lätt sövda	96,7±2,1 ^b	71,0±3,1 ^b	82,3±3,4 ^b
			klirik/ djupt sövda	53,9±2,1 ^b	35,6±1,9 ^b	43,2±2,2 ^b
Mishina et al, 1999	telemetri	7	vardag/sömn	121,1±16,6	72,4±10,6	88,4±12,2
			vardag/vila	123,6±17,8	74,2±10,0	91,0±12,0
			vardag/ aktivitet [‡]	131,3±21,4	79,1±14,0	97,2±16,4

[†] =medelvärde ± 2 standardavvikelse, om inte annat anges; [‡] =perioder av intensiv aktivitet, i motsats till vila och sömn ^a =variation av medelvärden från olika mätställen (distalt och proximalt på fram- och bakben samt svansrot); ^b =medelvärde ± medelfel; - =ej redovisat/mätt

Indirekt blodtrycksmätning

Generellt sker indirekt blodtrycksmätning genom att komprimera ett kärl från utsidan med hjälp av en uppblåsbar manschett, och sedan släppa på trycket successivt (Stepien & Rapoport, 1999; Davis & Geddes, 1990; Tabaru et al, 1990). Det gradvisa återflödet av blod går då att detektera på olika sätt. Till en början är återflödet intermittent eftersom det endast sker då blodtrycket överskrider trycket i manschetten (Garner et al, 1975). Med samtliga indirekta metoder kan ett systoliskt blodtryck detekteras, och med många tekniker kan man

även detektera ett diastoliskt blodtryck. Med vissa metoder kan även ett medelartärtryck uppmätas. Korrelation mellan värden från direkta och indirekta mätningar i kliniska situationer kan ses i Tabell 2.

Tabell 2. Korrelation mellan blodtrycksvärden från simultan direkt- och indirekt blodtrycksmätning med samtliga värden uppmätta i en klinisk situation.

Studie	Metod	Antal hundar	Tillstånd/ mätställe	Korrelation (r)		
				Systoliskt blodtryck	Diastoliskt blodtryck	Medelartärtryck
Bodey et al, 1996	oscillometri/ telemetri	7	vakna, stående/ svans	0,488 ^a	0,575 ^a	0,515 ^a
			vakna, liggande/ svans	0,881 ^b	0,807 ^b	0,895 ^b
Haberman et al, 2006	oscillometri/ telemetri	12	vakna, liggande/ svans	0,886 ^c	0,901 ^c	0,854 ^c
	ultraljud/ telemetri		vakna, liggande/ metatarsus	0,810 ^c	-	-
Weiser et al, 1977	ultraljud/ arteriell punktering	45	sederade/ distala tibia	0,934 ^d	0,879 ^d	-
Harvey et al, 1983	auskultation/ arteriell punktering	20	sederade/ armbågliden	0,97 ^d	0,96 ^d	-
Tabaru et al, 1990	fotopletysmo- grafi/ arteriell punktering	9	sederade/ metatarsus	0,672 ^e	0,942 ^e	0,920 ^e

a = korrelationskoefficient mellan indirekt och direkt mätning för genomsnittsdata $P < 0,001$; b = korrelationskoefficient mellan indirekt och direkt mätning för genomsnittsdata $P < 0,01$; c = $P < 0,0001$; d = P ej angivet; e = $P < 0,01$; - = ej redovisat/mätt

Oscillometrisk blodtrycksmätning

För att uppskatta blodtrycket kan man mäta hur amplituden av oscillationer från sammandragning av artärväggarna varierar (Haberman et al, 2006). Denna metod kallas för oscillometrisk blodtrycksmätning.

I en studie där två typer av indirekt blodtrycksmätning jämfördes med direkt blodtrycksmätning fanns följande värden för oscillometrisk blodtrycksmätning: systoliskt 150±40 mmHg, diastoliskt 71±36 mmHg, medelartärtryck 108±30 mmHg (medelvärde±2

standardavvikelse (SA)) (Stepien & Rapoport, 1999). Av värdena som uppmättes var 59-89% inom 20 mmHg från det direkta värdet, med bäst överensstämmelse mellan medelartärtrycken.

I en studie där olika placeringar av manschetter jämfördes beräknades medelvärde för och medeldifferens mellan direkt blodtrycksmätning och oscillometrisk blodtrycksmätning samt korrelationen mellan de båda metoderna vid varje manschetterplacering (Bodey et al, 1996). Direkt blodtrycksmätning antogs vara "golden standard". Medelvärdena från oscillometrisk blodtrycksmätning underestimerade medelvärden från direkt blodtrycksmätning vid samtliga manschetterplaceringar och för tryckparametrar hos stående hundar, utom de vid proximala frambenet, där direkt medelartärtryck och direkt diastoliskt blodtryck var lägre än värdena från oscillometrisk blodtrycksmätning. Hos liggande hundar underestimerade medelvärdena av oscillometriskt systoliskt blodtryck medelvärden för direkt systoliskt blodtryck vid samtliga manschetterplaceringar. För oscillometriskt diastoliskt blodtryck varierade dock uppskattningen både under och över direkt diastoliskt blodtryck.

En tidigare studie som också jämförde manschetterplaceringar fann att oscillometriska värden som uppmätts vid svansroten avvek minst från direkta värden (Bodey et al, 1994). Denna placering gav bäst korrelation för direkta systoliska värden och medelartärtryckvärden för respektive oscillometriskt värde. Mätningar från proximala bakbenet gav bäst korrelation för direkta diastoliska värden, dock inte en signifikant sådan.

Oscillometriska mätningar från bak- och framben på 16 hundar visade att nästan alla tryckparametrar underestimerades jämfört med direkta mätningar hos hundar med systoliskt blodtryck på över 100 mmHg (Sawyer et al, 1991). Hos hypotensiva hundar med systoliskt blodtryck under 80 mmHg överestimerades däremot framför allt det systoliska blodtrycket. En nyare studie med liknande design bekräftar till viss del dessa resultat, då man i den senare studien fann en underestimering av direkta värden vid normotension, och att skillnaden ökade vid systoliska värden vid hypertension, men däremot minskade för diastoliska värden (McMurphy et al, 2006). Samma studie visade att oscillometriska värden för systoliskt blodtryck och medelartärtryck stämde bättre överens med direkta värden än vad värden för diastoliskt blodtryck gjorde.

Den oscillometriska metoden har vidare utvärderats för förmågan att detektera hypotension vid kirurgisk narkos (Meurs et al, 1996). Studien om 15 hundar klargjorde att direkta värden korrelerade väl med genomsnittsvärde från flera på varandra följande oscillometriska mätningar, $r=0,8$, men att enskilda värden skulle tolkas med försiktighet. Studien redovisade även att den oscillometriska metoden väl detekterade hypotension, definierat som medelartärtryck <60 mmHg, med en sensitivitet på 100 % och en specificitet på 91 %.

En signifikant minskning i blodtrycksvärde för de tre huvudsakliga parametrarna vid fem på varandra följande oscillometriska mätningar med en minuts mellanrum hos en försökspopulation om 102 hundar har rapporterats, $P<0,05$ (Mishina et al, 1997). Liknande tendenser utspjutt över längre tid har setts i en studie som jämförde oscillometri och ultraljudsmätning, som med växlande metod 12 gånger under 161 dagar mätte blodtrycket

hos 12 beaglar, vilket visade en stadig minskning av värdena de 16 första dagarna, motsvarande 5 mättillfällen (Schellenberg et al, 2007).

Ultrasonografisk blodtrycksmätning

Vid ultrasonografisk blodtrycksmätning används en flödesmätare som uppskattar blodtrycket genom att under extern kompression detektera ändringar som orsakas av blodflöde (Haberman et al, 2006). Metoden kallas ofta för doppler, efter den fysikaliska dopplereffekten som uppstår vid blodkropparnas rörelse i förhållande till proben, och beskrivs som att de reflekterade ultraljudsvågorna byter frekvens (Carr, 2001). Ultraljudet kan sedan översättas till hörbart ljud.

Medelartärtryck och diastoliskt blodtryck brukar inte mätas med ultraljud i nyare studier, då värdena anses väldigt operatörsbundna (Haberman et al, 2006; Stepien & Rapoport, 1999). I en äldre studie fanns dock bra korrelation mellan direkt mätning och både ultrasonografiskt systoliskt blodtryck, 155 ± 52 mmHg (medelvärde \pm 2SA), $r=0,934$, och ultrasonografiskt diastoliskt blodtryck, 74 ± 28 mmHg, $r=0,879$ (Weiser et al, 1977).

I studien där två typer av indirekt blodtrycksmätning jämfördes med direkt blodtrycksmätning rapporteras ett medelvärde för ultrasonografiskt systoliskt blodtryck mätt över metakarpalartären på 151 ± 54 mmHg (medelvärde \pm 2SA) (Stepien & Rapoport, 1999). Av de uppmätta värdena var 70 % inom 20 mmHg från det direkta värdet. Detta kan jämföras med en liknande studie med 12 genetiskt och fenotypiskt mycket lika försökshundar, där motsvarande värden för ultrasonografiskt systoliskt blodtryck mätt över metakarpalleden var $149,2 \pm 51,6$ (Haberman et al, 2006).

En succesiv och signifikant minskning av systoliska värden uppmätta med Doppler vid fem spridda tillfällen visades i en studie som undersökte långtidsadaptation för indirekt blodtrycksmätning hos otränade hundar (Schellenberg et al, 2007). Studien visade liknande resultat för oscillometri, se ovan.

Auskultatorisk blodtrycksmätning

Vid auskultatorisk mätning av blodtrycket lyssnar man med stetoskop över en extremitetsartär för att detektera vad som kallas för Korotkoffs ljud, som orsakas av turbulent flöde i artären (Harvey et al, 1983; Davis & Geddes, 1990). Ljudet uppkommer då blodet inte kan strömma laminärt pga en partiell extern kompression.

I en studie jämfördes auskultatorisk mätning med direkt mätning hos 20 sederade hundar och god korrelation dem emellan erhöles för både systoliskt blodtryck, $r = 0,97$ och diastoliskt blodtryck, $r=0,96$ (Harvey et al, 1983). De auskultatoriska värdena från studien var för systoliskt blodtryck 137 ± 54 och för diastoliskt blodtryck 86 ± 38 mmHg (medelvärde \pm 2SA).

Huruvida en uppskattning av medelartärtrycket kan göras utifrån beräkningar av ett akustiskt index (AI) har undersökts i en studie omfattande 10 hundar (Davis & Geddes, 1990). I studien fann man att ett antaget auskultatoriskt medelartärtryck som motsvarade AI-maximum, överskattade det direkta värdet med 14 %. Dock underskattades värdet hos 4 av 10 hundar, men trots varierande noggrannhet visade resultaten god precision, med samtliga $r \geq 0,976$.

Fotopletysmografisk blodtrycksmätning

Användning av infrarött ljus för att mäta artriell volym kallas för fotopletysmografi (Tabaru et al, 1990). Få studier har gjorts för att undersöka och utvärdera metoden hos smådjur. I en studie med endast sex hundar uppmättes dock följande korrelationsvärden mellan direkt mätning och fotopletysmografisk blodtrycksmätning: systoliskt blodtryck $r=0,672$, diastoliskt blodtryck $r=0,942$ och för medelartärtryck $r=0,920$.

DISKUSSION

Direkt blodtrycksmätning anses vara "golden standard" (Bodey et al, 1996; Haberman et al, 2006). Värden från direkt blodtrycksmätning varierar dock mycket beroende på när och hur mätningen görs, se Tabell 1. För att kunna jämföra indirekta och direkta metoder görs mätningarna så simultant som möjligt (Stepien & Rapoport, 1999; Haberman et al, 2006). Däremot är det sällan sådana mätningar speglar patientens sanna värde, då den kliniska situationen ofta är stressande eller manipulerad, t ex genom att patienten är sederad, se Tabell 2. Valet av försökssituation måste således göras med hänsyn till syftet. En metod som används för att utvärdera indirekta tekniker bör inte vara densamma som används för att bestämma ett sant värde för ett djurslag/en ras/en åldersgrupp.

Direkt blodtrycksmätning används idag framför allt för att utvärdera indirekta mätmetoder. En del studier använder värden från direkt mätning som referens men väljer att inte redovisa dessa, utan endast jämförelsen, som Bodey et al (1994) och McMurphy et al (2006). Detta gör att det kan vara svårt för läsaren att avgöra vilka de faktiska blodtrycksvärdena är, vilket kan vara viktigt, eftersom dessa värden är de som betraktas som sanna. Många jämförelser skulle bli tydligare och mer lättförståeliga om redovisningen av värden utvidgades. Det skulle även ge information om i vilket tillstånd djuren befann sig vid mätningen, dvs hur pass lugna eller stressade, alternativt i vilket stadium av narkos. Värdena skulle således ge en bättre förståelse för studiesituationen. Dock är det naturligt att fokus ligger på jämförelsen i den här typen av studier, inte minst eftersom utrymmet vid publicering är mycket begränsat och budskapet bör vara tydligt.

En av skillnaderna mellan direkt och indirekt blodtrycksmätning är att den direkta mätningen kan ske kontinuerligt, som hos Brooks et al (1996), medan indirekt mätning begränsas av successiv extern kompression och dekompression vilket gör att bara enskilda tryck kan uppmätas under begränsad tid (Stepien & Rapoport, 1999; Davis & Geddes, 1990; Tabaru et al, 1990). Detta gör indirekta metoder mycket mer tidsödande och stressar patienten i själva mätögonblicket, till skillnad från en direkt mätning där apparaturen kan vara inkopplad medan patienten stressar ner. Därför verkar det nödvändigt att för indirekt mätning hos vakna djur tillvänja patienten med mätmetoden, för att kunna uppmäta värden som speglar patientens normala tillstånd. Detta antagande styrks av de signifikanta skillnader mellan initiala indirekta värden och värden från tillvanda populationer efter upprepade mätningar som redovisats i studier med varierande tidsaspekt (Schellenberg et al, 2007; Mishina et al, 1997).

Vad som kan noteras är att både direkta värden för systoliskt blodtryck och medelartärtryck var lägre vid stående än vid liggande när olika manschettplaceringar jämfördes (Bodey et al,

1996). Detta kan troligen tillskrivas en ökad stressnivå för de liggande hundarna. Manschettbredd påverkar också det uppmätta värdet, då för bred manschett ger falskt lågt värde medan för smal manschett ger falskt högt.

Att korrelationen mellan direkta värden och värden från indirekta metoder är god, vilket är fokus i många undersökningar, t ex hos Haberman et al (2006), beskriver inte hela sanningen, eftersom det ofta förekommer att de direkta värdena konstant över- eller underestimeras. Huruvida en metod över- eller underestimerar det direkta värdet varierar dessutom beroende på i vilket blodtrycksspänn patienten befinner sig (Sawyer et al, 1991). God korrelation gör emellertid att variationer som detekteras anses tillförlitliga, vilket gör metoderna användbara för återkommande observationer.

Man bör kunna kalibrera telemetrisk utrustning, då denna tenderar att avvika från värden uppmätta med arteriell punktur (Brooks et al, 1996). Detta kan vara nödvändigt att utreda ytterligare om man vill att telemetrimetoden ska användas för att spegla det ”sanna” värdet. För detektion av variationer är dock metoden bevisat pålitlig.

Oscillometrisk blodtrycksmätning verkar vara den mest undersökta, utvärderade och använda metoden för automatisk, indirekt blodtrycksmätning. Med oscillometrisk blodtrycksmätning kan samtliga av de tre huvudsakliga blodtrycksp parametrarna mätas, som hos Bodey et al (1994, 1996), Stepien & Rapoport (1999), och Haberman et al (2006), vilket måste ses som en klar fördel jämfört med de andra indirekta metoderna. Undantag finns möjligen för fotopletysmografi, som dock är en väldigt utforskad metod när det gäller hund (Tabaru et al, 1990).

Generellt anses att mätning av endast systoliskt blodtryck ger tillförlitliga och reproducerbara värden när det gäller ultraljudsmetoden, vilket ger att medelartärtryck och diastoliskt blodtryck inte brukar mätas (Haberman et al, 2006; Stepien & Rapoport, 1999). Med den auskultatoriska metoden kan man möjligen göra beräkningar för att få fram medelartärtryck, som hos Davis & Geddes (1990) men i allmänhet är det systoliskt och diastoliskt blodtryck som detekteras med metoden. Metoden verkar dock inte ha varit ett stort forskningsområde på senare år.

Få nyare studier utvärderar endast ultrasonografisk mätning. Detta görs istället oftast i kombination med eller mha oscillometrisk mätning (Hsiang et al, 2008; Haberman et al, 2006; Stepien & Rapoport, 1999). Detta kan tros tyda på en tilltro inom veterinärkåren på den oscillometriska metoden, vilket kan vara befogat eftersom den historiskt sett är utvärderad med gott resultat.

Få studier är gjorda på fotopletysmografi, men den som är gjord på hund visar relativt goda resultat (Tabaru et al, 1990). Det är svårt att sia om varför metoden inte fått större genomslag, men en möjlighet är att det redan har gjorts mycket forskning på andra indirekta metoder som dessutom redan är väl beprövade kliniskt.

Många av försöken, eller de delar av försöken som jämför olika metoder, är gjorda på förhållandevis få hundar, som hos Bodey et al (1996) och Haberman et al (2006), men det

finns undantag med upp till 100 hundar i studien (Hsiang et al, 2008). Hundarna är sällan randomiserade, vilket dock kanske inte är helt nödvändigt för blodtrycksförsök. Dock blir det ju en skillnad mellan försökshundar, som får förmodas vara vana vid att hanteras kliniskt, och privatägda hundar, vars hanteringsvana och hanterbarhet varierar. Fördelar finns dock med båda varianterna beroende på frågeställning. Skillnaden i försökspopulation gör att vissa studier inte kan jämföras lika väl sinsemellan, vilket ofta kan vara önskvärt. Studier på försökshundar, i allmänhet beaglar, är exempelvis genom just val av hundar av samma ras mer standardiserade än andra studier. Detta gör att man med mindre ursprungsvariation lättare kan uppmäta signifikanta skillnader, som hos Haberman et al (2006). Det är dock svårare att applicera resultat från en sådan studie på en bredare population då stickprovet inte representerar populationen lika väl som i andra studier, och således minskar möjligheten till generalisering. Denna ökar då privatägda hundar av olika ras, storlek och ålder används, som hos Stepien & Rapoport (1999) och Hsiang et al (2008), men istället behövs då större populationer för att kunna uppvisa signifikans.

Skillnaden i design och försökspopulation ger ibland att studieresultat pekar åt olika håll. En studie tyder på en skillnad i värden från oscillometrisk mätning och ultrasonografisk mätning (Hsiang et al, 2008). Dock är värdena uppmätta på olika ställen, det oscillometriska värdet på svansen och ultraljudsvärdet på frambenet. Detta kan jämföras med Bodey et al (1996), där oscillometriska mätningar var lägre på svansen än på frambenet. Detta kan tyda på en ökad stress vid mätning på främre extremiteter jämfört med svansen, vilket gör att oscillometriska värden från svansen och ultraljudsmätningar från frambenet blir svåra att jämföra.

Det är osannolikt att korrelationen är fullständig mellan olika tekniker eftersom de mäter olika saker (Carr, 2001). Direkt blodtryck mäter tryckvågor, oscillometrisk utrustning mäter svängningarna i artärväggarna och ultraljudsutrustning mäter blodflöde.

Generellt har nyare artiklar bättre redovisning och struktur, och det är lättare att följa försöksgången. Detta torde gälla samtliga vetenskapliga artiklar då stor utveckling skett inom området och då tidsskrifterna ställer högre krav på författarnas artikelutformning idag.

Slutsats

Fördelar med direkta metoder är att de anses återspegla de sanna blodtrycksvärdena bäst vilket är önskvärt i kritiska lägen och vid utvärdering. Nackdelar är att de är dyra, tidkrävande, invasiva och kräver ett utvecklat handlag, vilket inte är förenligt med rutinmässig mätning i en klinisk miljö. Fördelar med indirekta metoder är att de är lättanvända, relativt billiga och inte kräver något ingrepp. De har god precision, men varierar i noggrannhet beroende på metod och mätställe.

LITTERATURFÖRTECKNING

American College of Veterinary Anesthesiologists. (1995). Anesthesiology guidelines developed: Suggestions for monitoring anesthetized veterinary patients. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 206(7):936-937.

- 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(1), 17-21.
- 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(3), 265-269.
- Brooks, D., Horner, R.L., Kozar, L.F., Wadell, T.K., Render, C.L. & Phillipson, E.A. (1996). Validation of a telemetry system for long-term measurement of blood pressure. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 81(2), 1012-1018.
- Carr, A. (2001). Measuring blood pressure in dogs and cats. *Veterinary Medicine*, 96(2), 135.
- Davis, G.J. & Geddes, L.A. (1990). Auscultatory mean blood pressure. *Journal of Clinical Monitoring*, 6(4), 261-265.
- Gains, M.J., Grodecki, K.M., Jacobs, R.M., Dyson, D. & Foster, R.A. (1995). Comparison of direct and indirect blood pressure measurements in anesthetized dogs. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 59(3), 238-240.
- Garner, H.E., Hahn, A.W., Hartley, J.W., Hutcheson, D.P. & Coffman, J.R. (1975). Indirect blood pressure measurement in the dog. *Laboratory Animal Science*, 25(2), 197-202.
- Grosenbaugh, D. & Muir, W. (1998). Blood pressure monitoring. *Veterinary Medicine*, 93(1), 48-59.
- 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. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 70(3), 211-217.
- Harvey, J., Falsetti, H., Cooper, P. & Downing, D. (1983). Auscultatory indirect measurement of blood pressure in dogs. *Laboratory Animal Science*, 33(4), 370-372.
- Hsiang, T., Lien, Y. & Huang, H. (2008). Indirect measurement of systemic blood pressure in conscious dogs in a clinical setting. *The Journal of Veterinary Medical Science*, 70(5), 449-453.
- Love, L. & Harvey, R. (2006). Arterial blood pressure measurement: Physiology, tools, and techniques. *The Compendium on continuing education for the practicing veterinarian*, 28(6), 450.
- McMurphy, R.M., Stoll, M.R. & McCubrey, R. (2006). Accuracy of an oscillometric blood pressure monitor during phenylephrine-induced hypertension in dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 67(9), 1541-1545.
- Meurs, K.M., Miller, M.W. & Slater, M.R. (1996). Comparison of the indirect oscillometric and direct arterial methods for blood pressure measurements in anesthetized dogs. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 32(6), 471-475.
- 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(6), 643-647.
- 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*, 59(11), 989-993.
- 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(2), 134-138.

- 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. *The Veterinary Record*, 161(12), 418-421.
- Stepien, R.L. & Rapoport, G.S. (1999). Clinical comparison of three methods to measure blood pressure in nonsedated dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 215(11), 1623-1628.
- Tabaru, H., Watanabe, H., Tanaka, M. & Nakama, S. (1990). Non-Invasive Measurement of Systemic Arterial Pressure by Finapres in Anesthetized Dogs. *The Japanese journal of veterinary science*, 52(2), 427-430.
- Weiser, M.G., Spangler, W.L. & Gribble, D.H. (1977). Blood pressure measurement in the dog. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 171(4), 364-368.