

Indirekt blodtrycksmätning hos hund och katt

Ulrika Holmér

Handledare: Astrid Hoppe
Inst. för kirurgi och medicin, smådjur

Bitr.handledare: Jens Häggström
Inst. för kirurgi och medicin, smådjur

Examensarbete 2003:11
Veterinärprogrammet
Veterinärmedicinska fakulteten
SLU
ISSN 1650-7045
Uppsala 2003

Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
Inledning	3
Material och metoder	5
Djurgrupper	5
Ultraljudsdopplerteknik	5
Oscillometri	6
Mätningarnas utförande	6
Statistik	6
Resultat	7
Diskussion	8
Summary	12
Referenslista	13
Figur 1	16
Figur 2	17

Sammanfattning

Syftet med föreliggande studie var att undersöka överensstämmelsen mellan två olika metoder för indirekt blodtrycksmätning hos hund och katt samt att fastställa inom-metodvariationen för respektive metod. Utöver detta ville vi utvärdera metodernas praktiska användbarhet. Metoderna som studerades var flödesmätning med ultraljudsdopplertechnik samt den oscillometriska metoden. 32 hundar och 26 katter användes i studien varav sju hundar och fem katter hade sjukdomar som kan påverka blodtrycket. Blodtryck uppmättes både på vakna djur och på djur i narkos.

Korrelationskoefficienterna mellan de två metoderna var 0,63 för hundarna och 0,79 för katterna. Variationskoefficienten var 4,2-7,4 % för den oscillometriska metoden och 2,0-6,4 % för Dopplermetoden. Resultaten visade dock att det förelåg en klar nivåskillnad mellan metoderna. Den oscillometriska metoden gav signifikant lägre blodtrycksvärden för båda djurslagen jämfört med mätning med Dopplertechnik. I medeltal gav den oscillometriska metoden 10,9 mmHg lägre mätvärden än Dopplermetoden för hundarna. För katterna visade den oscillometriska metoden i medeltal 26,5 mmHg lägre än Dopplermetoden och skillnaden tenderade till att öka med ökande tryck.

Dopplermetoden rekommenderas för indirekt blodtrycksmätning hos katt. På 12 av de 26 katterna förelåg svårigheter att få fram mätvärden med den oscillometriska metoden, varför den metoden bedömes som mindre användbar för detta djurslag. För indirekt blodtrycksmätning hos hund kan både den oscillometriska metoden och Dopplertechnik rekommenderas, men det är viktigt att man använder ett medelvärde av flera mätningar. Med avseende på den praktiska hanteringen under kliniska förhållanden visar studien att den oscillometriska metoden var enklast att använda.

Inledning

Blodtrycksförändringar ingår som en viktig komponent i många sjukdomskomplex hos hund och katt. Exempel på sjukdomar där hypertoni utgör en vanlig komplikation är njursjukdom, hyperthyroidism, hyperadrenocorticism och hyperaldosteronism (21). Högt blodtryck kan få allvarliga följder för djuret. De organ som är mest känsliga för höga tryck är ögat, njuren, och kärlsystemen i hjärtat och hjärnan (24). De kliniska sjukdomstecknen är ofta otydliga varför korrekt undersökning av blodtrycket är viktigt på djur med risk för förhöjt tryck (24). Lågt blodtryck är vanligt vid chocktillstånd och allmän anestesi och kräver ibland adekvat behandling för att djuret ska överleva (22). Trots vetskapen om blodtryckets betydelse utförs blodtrycksmätningar i liten omfattning på svenska

djursjukhus och kliniker och det råder brist på tillförlitliga och enkla metoder för blodtrycksmätning på hund och katt.

Den metod som anges ge den mest korrekta uppskattningen av blodtrycket är att mäta trycket direkt i en artär med hjälp av en kateter (5,22). Denna metod är emellertid svår att använda rutinmässigt. Det krävs en tränad operatör då det kan vara svårt att placera katetern i artären, risk för blödning från kärlet finns och metoden kräver oftast någon form av sedering av djuret. På grund av detta är invasiv blodtrycksmätning mest användbart på sövda djur (12,16,26). Övriga metoder som finns att tillgå är indirekta. Dessa är baserade på att detektera förändringar i blodflödet i en artär under eller distalt om en uppblåsbar kuff kopplad till en tryckmätare (10). Kuffen blåses upp till suprasistoliskt tryck och luften släpps sedan långsamt ut. Vid det tryck som överensstämmer med blodtrycket noteras förändringar av blodflödet i artären. Historiskt sett har man använt sig av parametrar som återkomst av palpatorisk puls och synliga förändringar i hudfärg för att påvisa ett återupptaget blodflöde. Dessa metoder är emellertid inexakta (9). Den mest använda metoden på människa, den auskultatoriska, går ut på att lyssna efter flödesljud (Korotkoff ljud) i en artär med hjälp av ett stetoskop. Korotkoff ljud uppstår på grund av ett turbulent flöde av blodet, som uppkommer när blodflödet återkommer efter att artären stängts av med en kuff uppblåst till suprasistoliskt tryck (1). Det finns en studie utförd på sederade hundar med denna metod (17), men det har visat sig att flödesljuden är mycket svåra att detektera med stetoskop på hund och katt (13,23). Ultraljud kan användas för att studera flödet i en artär eller rörelse i artärväggen efter att artären på liknande sätt stängts av med en uppblåsbar kuff. Den oscillometriska metoden är idag ofta automatiserad och detekterar och analyserar trycksvängningar (oscillationer) som uppstår i en uppblåsbar kuff vid ändringar i den arteriella pulsen vid olika tryck i kuffen. Photoplethysmografiska metoden mäter blodflöde i artären med hjälp av infraröd strålning (1,16). Andra exempel på metoder är xylol-pulsmätare (detekterar återkommande puls) (14) och fotoelektrisk metod (detekterar förändring i hudfärg) (9). Dessa metoder har i begränsad omfattning testats på djur i de studier där de jämförts med direkta tryckmätningar. Ultraljud och oscillometriska metoden är de metoder som utvärderats i störst omfattning. De flesta studierna oavsett metod är utförda på hundar (3,5,8,9,10,12,13,14,16,17,25,26,27). Några studier finns även på katt, men då endast på sövda djur (1,7,15,20).

I studierna där indirekta metoder för mätning av blodtryck och direkt blodtryck har jämförts har man kommit fram till varierande grad av överensstämmelse mellan metoderna. För flödesmätning med ultraljudsdoppler har korrelationskoefficienter på mellan 0,47-1,0 rapporterats för systoliskt blodtryck i relation till direkta mätningar (1,7,8,15,20). För oscillometri är samtliga studier med jämförelse av direkt tryck utförda med Dinamapsystemet (Critikon Inc.). Här har korrelationskoefficienter för systoliskt tryck på mellan 0,012 och 0,988 rapporterats (1,3,5,7,12,16). Studierna är utförda på varierande sätt och med omväxlande sövda och vakna djur vilket kan förklara de stora skillnaderna i korrelation.

Syftet med denna studie var att studera överensstämmelsen mellan blodtrycksmätningar med ultraljudsbaserad flödesmätning och en oscillometrisk metod, samt att uppskatta inom-metod variationen hos en individ för respektive metod. Vi ville dessutom utvärdera apparaternas användbarhet och deras förmåga att enkelt mäta blodtryck på hund och katt under normala kliniska förhållanden.

Material och metoder

Djurgrupper

Djuren som användes i studien var indelade i tre grupper. Grupp 1 bestod av 3 kliniskt friska beaglar. Grupp 2 bestod av 32 hundar och grupp 3 bestod av 26 katter. För att få en spridning i blodtryck användes i grupp 2 och 3 både kliniskt friska djur med normalt blodtryck, djur i narkos med förmodat lågt blodtryck, samt djur med sjukdomar som kan ge högt blodtryck. Djuren med förmodat normalt blodtryck bestod av 15 kliniskt friska beaglar uppfödda vid SLU och 10 katter som vid undersökningstillfället var inskrivna vid Universitetsdjursjukhuset, SLU för behandling av sjukdomar som ej antogs påverka blodtrycket. Av dessa katter behandlades fem för sjukdom i nedre urinvägarna, två utreddes för kräkningar, en hade feber och var slö, en hade en tåluxation, och en hade ikterus. Djuren i narkos bestod av 10 hundar och 11 katter som var intagna på operationsavdelningen vid smådjurskliniken, SLU, för olika typer av operationer. Bland de sju hundarna och fem katterna med sjukdomar som kan ge högt blodtryck fanns fem hundar med misstänkt eller konstaterad njursjukdom, en hund med bradykardi, en hund med hyperadenokorticism, en katt med njursvikt, en katt med diabetes mellitus och tre katter med hyperthyroidism.

Ultraljudsdopplerteknik

Alla blodtrycksmätningar inleddes med flödesmätning med ultraljudsdopplerteknik (Ultrasonic Doppler Flow Detector; modell 811, Parks Medical Electronics Inc.). På hundarna användes en gren av *a. tibialis cranialis* där pälsen klipptes bort över kärlet, medialt, straxt distalt om hasleden. På katterna användes en gren av *a. ulnaris (a. palmaris digitalis communis)* och pälsen klipptes här bort proximalt om den stora trampdynan på en framtass (10). En uppblåsbar kuff placerades ovan hasen på hundarna och mellan karpus och armbågen på katterna. Kuffens bredd var i möjligaste mån den rekommenderade storleken vilken är 40 % av benets omkrets (1,6,7,8,25). Kuffen var kopplad till en tryckmätare som anger trycket i mmHg. Ultraljudsgel användes som kontaktmedium mellan ultraljudsgivaren och huden. På hundarna kunde en puls i de flesta fall kännas över kärlet och givaren placerades över denna. I givaren finns två piezo-elektriska kristaller. Den ena sänder iväg en kontinuerlig ultraljudsvåg som reflekteras mot blodkroppar och därmed sänds tillbaka i en annan frekvens som mottas av den andra kristallen. Frekvenskillnaden hörs som ljud i högtalaren på apparaten (18). Då djuren ofta tycker det är obehagligt med ljudet och då det även var en fördel att avskärma utifrånkommande ljud användes hörlurar. Givaren justerades så att den hamnade på kärlet på ett sådant sätt att

flödessignalen blev så tydlig som möjligt. På katterna där pulsen inte kunde kännas användes givaren för att söka efter kärlet. Kuffen blåstes upp till ett tryck där flödessignalen inte längre kunde höras och trycket släpptes sedan långsamt ut. Det tryck där flödessignalen först återkom och var tydlig bedömdes som det systoliska trycket.

Oscillometri

Den andra metoden som användes var en automatisk tryckmätare av modell Cardell 9301 V (Cas Medical Systems Inc.) vilken använder den oscillometriska metoden för tryckmätning. Här registreras trycksvängningar (oscillationer) från kärlet direkt i en kuff som automatiskt blåses upp till olika tryck (1,9). Tillverkarens anvisningar för apparatens användning följdes. Kuffen valdes efter samma princip som vid mätningarna med doppler och i möjligaste mån användes samma bredd på kuff till samma djur vid mätning med de två olika metoderna. Kuffplaceringen var densamma som vid Doppler-mätningarna, och djuren befann sig i samma position. Vid de tillfällen då apparaten ej lyckades hitta en tydlig signal ändrades läget något på kuffen. Då man tryckt på start blåstes kuffen upp till suprasystoliskt tryck, släpptes sedan och displayen meddelade systoliskt, diastoliskt och medeltryck samt hjärtfrekvens. Mätningarna med denna metod gjordes direkt efter mätningarna med Dopplermetoden, med så kort tid mellan som möjligt.

Mätningarnas utförande

I grupp 1 mättes trycket tio gånger i följd med respektive metod, för att uppskatta inom-metodvariationen. I grupp 2 och 3 mättes trycket tre gånger i rad med respektive metod. Under mätningarna hölls hundarna liggande på höger sida på ett bord. Katterna var sittande på bord med hjälp av en person eller i knät. På några av katterna gick det bättre att göra mätningarna direkt i buren utan fasthållning. En så lugn miljö som möjligt för djuret eftersträvades.

Djuren i narkos låg på sidan eller på rygg. Inför narkos var hundarna premedicerade med glykopyrrolon (Robinul) samt några av preparaten acepromazin (Plegicil vet.), carprofen (Rimadyl®vet.), xylazin (Rompun®vet.), metadon (Metadon Pharmacia), buprenorfin (Temgesic®), prednisolon (Prednisolon vet.), acepromazin/haloperidol/metadon (Fars blandning). Anestesi inducerades med propofol (Rapinovel®vet.) och underhölls med isofluran (Isoflo vet.), utom i ett fall då induktion skedde med diazepam (Stesolid®) och ketamin (Ketalar®). Katterna var premedicerade med några av preparaten glykopyrrolon (Robinul), atropin (Atropin NM Pharma), medetomidin (Domitor®vet.), carprofen (Rimadyl®vet.), xylazin (Rompun®vet.), buprenorfin (Temgesic®), prednisolon (Prednisolon), diazepam (Stesolid®). Induktion och underhåll av narkos skedde hos fyra katter med ketamin (Ketalar®) och i sju fall användes induktion med propofol (Rapinovel®vet.) och underhåll med isofluran (Isoflo vet.).

Statistik

Variationen inom respektive metod undersöktes på de tre beaglarna i grupp 1 med hjälp av variationskoefficienter (CV). Denna definieras som standardavvikelsen dividerat med medelvärdet. Graden av linjärt samband mellan de två olika metoderna undersöktes med hjälp av regressionsanalys. Uträkningarna gjordes med hjälp av ett statistikprogram (JMP v.4.0, Statistical Analysis System (SAS), Cary, NC, USA). Vidare utvärdering av överensstämmelsen gjordes med hjälp av Bland-Altman metod (2). Här plottas differensen mellan medelvärdena för respektive metod mot medelvärdet av de sammanlagda mätningarna på respektive djur. Graden av linjärt samband mellan differensen mellan metoderna och medelvärdet för respektive djur undersöktes sedan vidare med hjälp av regressionsanalys. Bland-Altman metoden kan visa en nivåskillnad mellan metoderna samt skillnader i överensstämmelse vid olika tryck (2). Hundar och katter analyserades separat.

Resultat

Både den oscillometriska metoden och Dopplermetoden fungerade bra för indirekt blodtrycksmätning hos hund. Mätvärden erhöles på samtliga hundar med båda metoderna. Vad det gäller den praktiska hanteringen var den oscillometriska metoden enklare att använda. Påtagliga svårigheter uppstod i vår studie med att uppnå mätvärden med den oscillometriska metoden på katt. Orsaken till problemet var att apparaturen angav för svag signal eller att signal saknades. Hos fem av de 14 vakna katterna uppstod svårigheter att hitta en signal med Cardellsystemet (mer än fem mätningar utfördes med omplacering av kuffen utan att värde erhöles). I ett av dessa fall kunde endast ett värde erhållas och i ett fall kunde endast två värden erhållas. Försöken gavs upp då mer än tio misslyckade mätningar utfördes. Av de 11 sövda katterna var det svårt att få fram värden i sju av fallen (över fem fruktlösa försök). Hos två av dessa katter gick det inte att erhålla några värden alls (trots över tio försök). På två av dessa sövda katter var det även svårt att höra signalen med Dopplertechnik. Hos övriga katter var det lätt att hitta kärlet med hjälp av Dopplersignalen, så länge djuret kunde hållas i stillhet.

Variationskoefficienten (CV) hos de tre beaglarna i grupp 1, där trycket mättes 10 ggr i följd med respektive metod, var 4,2-7,4 % för den oscillometriska metoden och 2,0-6,4 % för Dopplermetoden.

Vid linjär regressionsanalys av de värden som erhöles på hundarna i grupp 2 och katterna i grupp 3 erhöles korrelationskoefficienter mellan de båda metoderna på 0,63 för hundarna och 0,79 för katterna (figur 1), $P < 0,001$. Det förelåg en klar nivåskillnad mellan de båda metoderna (figur 2). Oscillometrisk mätning gav i de flesta fall lägre värden än mätning med Dopplertechnik. För hund visade den oscillometriska metoden i medeltal 10,9 mmHg lägre än Dopplermetoden (standardavvikelse=28,8, 95% konfidensintervall -21,1 till -0,7 mmHg). För katt visade den oscillometriska metoden i medeltal 26,5 mmHg lägre än Dopplermetoden (standardavvikelse=24,2, 95% konfidensintervall -36,4 till -16,6 mmHg). Dessa skillnader var signifikanta, $P < 0,05$. Med ledning av linjens lutning i figur 2 för katterna såg det även ut som om skillnaden mellan metoderna

skulle vara större för katter med högt tryck. Det var dock för få djur med riktigt högt tryck för att detta resultat skulle vara signifikant ($P > 0,05$).

Diskussion

Optimalt skulle mätningarna i vår studie även ha jämförts med resultat från direkt, intravaskulärt blodtryck för att få en uppskattning av det verkliga värdet. Även om invasiva blodtrycksmätningar anses som det mest korrekta finns det dock många felkällor även här (7). Som exempel anges gasbubblor i systemet, blodkoagulation och felkällor vid kalibrering av utrustningen. Det är svårt att erhålla exakt samma värden med direkt och indirekt tryck oavsett hur bra den indirekta metoden är (1,5,9). En orsak till detta är att det indirekta trycket mäter förändringar i en artär t ex flöde eller väggrörelser medan den direkta metoden detekterar tryckvågor. Det är också svårt att göra mätningar med direkt och indirekt tryck på exakt samma ställe i kärlsystemet och exakt vid samma tidpunkt (1,5). Vid jämförelse av individuella mätvärden är överensstämmelsen dålig mellan direkt och indirekt tryck (5). Detta har lett till att man i många studier anger ett medelvärde av flera mätningar.

Blodtrycksmätning utförd med hjälp av Dopplertechnik anses fortfarande av vissa vara den mest etablerade metoden för indirekta blodtrycksmätningar på hund och katt (1). Huruvida Dopplermetoden fungerar bättre än den oscillometriska metoden är dock ej fastställt. Den har i ett flertal studier jämförts med direkt tryck och uppges ha en bra överensstämmelse (1,7,8,9,13,15,22,27). Det råder dock vissa svårigheter i att tolka dessa resultat. Vanligen används linjär regression och korrelationskoefficienter för att studera överensstämmelsen mellan två mätmetoder. Denna statistiska analysmetod anger dock endast graden av linjärt samband mellan metoderna och är mindre lämplig för att studera överensstämmelsen. I vår studie undersöktes graden av linjärt samband mellan den oscillometriska metoden och dopplermetoden och korrelationskoefficienter både för hund och katt var signifikanta (figur 1). I litteraturen har man företrädesvis undersökt överensstämmelsen mellan indirekta blodtrycksmätningmetoder och direkt, invasivt blodtryck. En studie på katt där man jämfört indirekta blodtrycksmätningar med direkta blodtrycksmätningar rapporterar att Dopplertechniken ger mer korrekta värden än oscillometri (1), medan en annan studie på katt rapporterar det motsatta (7). Det oscillometriska system som använts i dessa studier, samt i de övriga studierna nämnda nedan utom en (24), heter Dinamap. Det förefaller inte finnas någon utförd studie på hund där en oscillimetrisk metod och Dopplermetoden jämförts.

En fördel vid användning av Dopplertechnik är att användaren har en större kontroll av utförandet genom möjligheten att kunna sortera bort värden där signalen är otydlig eller där andra faktorer kan ha påverkat mätningen. Den oscillometriska metoden är automatisk och användaren har därmed liten möjlighet att påverka mätningarna. Oscillometri rekommenderas i litteraturen ej

för att identifiera små, snabba blodtrycksförändringar, då dessa variationer kräver direkt blodtrycksmätning (6,26). Metoden anses dock vara tillfredsställande när det gäller att skilja på klart hypertensiva och normotensiva djur (7,10).

I vår studie användes Bland-Altman's metod för att studera överensstämmelsen mellan den oscillometriska metoden och Dopplermetoden. Här plottas differansen mellan medelvärdena för respektive metod mot medelvärdet av de sammanlagda mätningarna på respektive djur. Detta gör det lättare att studera överensstämmelsen mellan två mätmetoder (2). Resultaten visade att det fanns en signifikant nivåskillnad mellan metoderna hos både hund och katt (figur 2). Den oscillometriska metoden visade lägre mätvärden än Dopplermetoden i en majoritet av fallen hos båda djurslagen. I medeltal visade den oscillometriska metoden 10,9 mmHg lägre värden än Dopplermetoden för hundarna och i medeltal 26,5 mmHg lägre värden för katterna. För katterna gick det även att utläsa en tendens till att skillnaden mellan metoderna blev större då trycket ökade. Detta resultat var dock ej signifikant. Flera studier har kommit fram till att oscillometri på hund underestimerar direkt, invasivt blodtryck (3,5,25). Det anges även att skillnaderna blir större då trycket ökar (5). Även mätningar med Doppler utförda på hundar anges underestimera blodtryck (8). I en studie gjord på katt anger man att oscillometri ger lägre mätvärden än direkt blodtrycksmätning och att skillnaden mellan metoderna blir större vid höga tryck (1). Caulkett et al. anger att både Dopplertekniken och oscillometri underestimerar det systoliska trycket hos katter och att skillnaden är större för Dopplermätningar (7). I studien anges att det finns en tendens till att skillnaden ökar vid höga tryck för båda metoderna. Caulkett et al. rekommenderar därför direkt blodtrycksmätning i de fall där blodtrycket måste mätas noggrant. Grandy et al. visade i en studie att Dopplertekniken underestimerar blodtrycket med i medeltal 14 mmHg på sövda katter och rekommenderar därför att man adderar denna skillnad till värdet på det indirekta trycket (15). Med utgångspunkt från vår studie skulle man, om man följde dessa rekommendationer, addera i medeltal 40,5 mmHg till det oscillometriska mätvärdet hos katt för att kunna uppskatta det verkliga blodtrycket. I ytterligare studier av oscillometri på hund av Gaines et al. anges i motsats till övriga undersökningar att det indirekta systoliska trycket överestimerar det direkta blodtrycket i en majoritet av fallen (12). Chalifoux et al. anger i en annan studie av Dopplerteknik utförd på hund att flödesljuden försvann då djuret hade ett systoliskt tryck på över 200 mmHg (8). Det är oklart hur stor skillnaden är mellan Dinamapsystemet, den oscillometriska utrustning som använts i de ovan nämnda studierna, och Cardellsystemet som använts i vår studie. Systemen är dock baserade på samma princip för blodtrycksmätning och kan därför anses som jämförbara.

I vår studie jämfördes ej olika kuffplaceringar eller olika positionering av djuren. På hundarna placerades kuffen genomgående på ett bakben och på katterna placerades kuffen genomgående på ett framben. Hundarna hölls i liggande position på ett bord och detta fungerade bra på samtliga djur. Katterna satt i knät på en person eller befann sig sittande på ett bord. I vissa fall gick det bättre att mäta blodtrycket med katten kvar i buren utan fasthållning då djuren upplevde det som mindre stressande. Flera studier har jämfört olika placering av

kuffen vid indirekt blodtrycksmätning. Slutsatserna är dock ej överensstämmande. Några studier har kommit fram till att en placering av kuffen på svansen ger de värden som har den bästa överensstämmelsen med direkta blodtrycksmätningar (1,3). Bodey et al. erhöll den bästa överensstämmelsen mellan indirekta och direkta blodtrycksmätningar på hundar med kuffen proximalt på frambenet. Samma studie har även studerat blodtrycket hos hundar i olika positioner och funnit att överensstämmelsen blir bättre med hunden liggande än stående, troligen pga. mindre muskelspänningar (5). Andra studier har inte hittat någon signifikant skillnad vid blodtrycksmätning med djuret i olika positioner och med olika placering av kuffen (24,25,27).

Mätningarna med Dopplermethoden och oscillometri i vår studie utfördes inte samtidigt vilket är en förutsättning för att exakt studera överensstämmelsen mellan metoderna. Blodtryck är högst variabelt över tiden och det är osannolikt att det egentliga blodtrycket var identiskt vid de två mättillfällena även om det inte var mer än ett par minuter mellan utförandet av mätningarna med de båda metoderna. Trycket i vår studie mättes genomgående först med Dopplerteknik och sedan med den oscillometriska metoden. Detta kan ha medfört att djurets blodtryck sjönk innan den andra serien mätningar utfördes, då djuret fått mer tid att lugna sig och acceptera fasthållning. Ansträngning gjordes dock att få djuret lugnt innan mätningarna med respektive metod inleddes. Det fanns även vissa djur, speciellt katter, som tröttnade efter ett tag och då blev mindre hanterbara. En del av katterna upplevde mätningarna med Dopplermethoden som mer stressande eftersom den krävde att den framfäst där mätningarna gjordes hölls fast. Vissa mätningar på sövda djur med Dopplertekniken utfördes av praktiska skäl kort tid efter att djuret sövdes (ca 10 min). Det är därför möjligt att djuret gått ned djupare i narkosen och därmed fått ett lägre blodtryck när den andra serien mätningar påbörjades.

I vår studie har effekten av hjärtfrekvens på blodtrycket ej studerats. Det anges att det finns risk för att indirekta värden underestimerar det direkta trycket mer vid höga hjärtfrekvenser (5). Man bör dock ej ogiltigförklara ett mätvärde om inte tachycardin är extrem (6). Respiratorisk sinusarrytmi orsakar förändringar i både det systoliska och det diastoliska trycket (9,13,16,27), vilket också bör beaktas. Det är speciellt viktigt i dessa fall att ta ett medelvärde av många mätningar (27).

Liksom i vår studie har man i andra studier haft avsevärda svårigheter att få fram värden med oscillometrisk metod på katt (1,7). En möjlig anledning är att katter har små perifera kärl (1). Man har även observerat att svårigheten blir större vid låga blodtryck (1,7). I en studie där Dopplerteknik och oscillometri jämfördes rekommenderas därför Dopplermethoden för blodtrycksmätning hos katt. (1).

I vår studie gjordes endast en jämförelse mellan värdena på det systoliska trycket. Det går att mäta diastoliskt tryck med Dopplermethoden och flera studier rapporterar dessa värden (1,9,13,22). Metoden bygger på att när det diastoliska trycket understigs så sker en abrupt dämpning av Dopplersignalen. Detta anses överensstämma med det tryck man erhåller då artären inte längre är komprimerad under diastole. Utifrån detta kan sedan medeltrycket räknas ut (13).

Att identifiera denna dämpning av signalen är dock svårt (1,9) och inte alltid genomförbart under normala förhållanden och tillämpades därför inte i vår studie.

En begränsning i vår studie var den relativt korta tid som fanns till förfogande för att samla fall vilket gjorde att gruppen med sjuka djur blev mindre än väntat. Andelen djur med riktigt högt blodtryck är därför för få för att man säkert ska kunna uttala sig om huruvida överrensstämelsen är sämre mellan de två metoderna vid höga tryck. Man kan dock se en tendens till att skillnaden ökar vid höga tryck för de undersökta katterna.

Spridningen på mätvärdena oavsett metod av indirekt blodtrycksmätning är hög, och det rekommenderas att medelvärdet av upp till fem mätningarna används för att ge en mer korrekt uppskattning av blodtrycket (1,4,10,26). Vincent et al. anger att skillnaden i tryck blir under 3 % om ett medelvärde av 10 mätningar används istället för av 5 (26). Variationen av mätvärdena i vår studie räknades ut på de hundar där 10 mätningar i rad med respektive metod utfördes. För Dopplertechniken var CV (coefficient of variation) 2,0-6,4 %, och för den oscillometriska metoden var CV 4,2-7,4 %. I litteraturen rapporteras CV på 4,3-9,4 % för systoliskt tryck med oscillometri hos hund (3). Vissa djur anges dock ha en större variation i tryck än andra (6). För Dopplertechnik utförd på hund rapporteras CV på 15,4-24,9 % i en studie, där CV för det direkta trycket var i princip det samma (8). I en annan studie anges att variationen är mindre för direkt tryckmätning än för oscillometri (12).

Det är känt att blodtryck är en mycket variabel parameter och många omständigheter kring undersökningen, förutom apparaturen i sig, kan påverka resultatet. Det är sålunda viktigt att man mäter trycket vid mer än ett tillfälle för att säkert kunna identifiera varaktiga blodtrycksförändringar (19). Bodey et al. visade på hund att variationen i tryck är större mellan olika mättillfällen på samma djur än inom ett och samma mättillfälle, samt att trycket tenderade att sjunka efter första mättillfället (6). Mishina et al. anger att trycket sjunker signifikant inom en och samma mätsession vid upprepade mätningar (24). Man har också kommit fram till att det existerar en viss "white coat effect" även på hund, dvs. att trycket ökar då djuret befinner sig på kliniken i jämförelse med mätning på samma djur i hemmiljö. Detta fenomen är sedan länge känt på människa (6,19,26). En studie anger att hundar som fått ca 10 min på sig att lugna sig på kliniken fortfarande hade lika högt tryck som då de kom in, men att det sjönk efter ytterligare 10 min (19). Systoliskt tryck anges av flera författare dessutom vara mer variabelt än det diastoliska trycket (4,6,9).

Baserat på resultaten och erfarenheterna i föreliggande studie kan både Dopplermetoden och oscillometri av fabrikat Cardell rekommenderas för indirekt blodtrycksmätning på hund. Oscillometrin är betydligt enklare att använda, men även Dopplermetoden fungerar bra i de flesta fall efter en tids träning. Den oscillometriska metoden visade signifikant lägre värden än Dopplermetoden i vår studie. I litteraturen anger man att även Dopplermetoden underestimerar det verkliga blodtrycket (7,8,15). Man bör ha detta i åtanke då man använder indirekta metoder för blodtrycksmätning och för båda metoderna är det viktigt att ett medelvärde av flera mätningar används. Oscillometri kan ej rekommenderas

för blodtrycksmätning på katt. Mätningarna tog ofta mycket lång tid att utföra vilket är opraktiskt och stressande för djuret, och i många fall erhöles ändå inga mätvärden. Dopplermetoden fungerar bra på katt om användaren är tränad. Mätningarna går då snabbt att utföra. I enstaka fall kan det dock vara omöjligt att få katten att sitta still även denna korta stund. Även hos detta djurslag bör ett medelvärde av flera mätningar räknas ut. Vår studie, liksom tidigare undersökningar, talar dock för att försiktighet bör iakttagas vid tolkning av höga värden vid användning av indirekt blodtrycksmätning, speciellt hos katt.

Summary

The objective of this study was to study the agreement between two methods of indirect bloodpressure measurement in dogs and cats and to establish the within-method variation for the methods. The utility and practicality in the clinical setting were also evaluated for the both methods. The techniques evaluated were the oscillometric method and the Doppler ultrasonographic method. Thirtytwo dogs and 26 cats were used in the study and seven dogs and five cats out of these animals had diseases that may effect the bloodpressure. Bloodpressure was measured in both anesthetized and in conscious animals.

Based on the results of this study the oscillometric method obtained significantly lower measurement values compared to the Doppler technique in both species. The oscillometric method underestimated the Doppler technique with a mean value of 10,9 mmHg in dogs and 26,5 mmHg in cats. For the cats the difference had a tendency to increase with increased pressures. Using linear regression the coefficients of correlation between the two methods were 0,63 for the dogs and 0,79 for the cats. The coefficients of variation were 4,2-7,4% for the oscillometric method and 2,0-6,4 % for the Doppler technique.

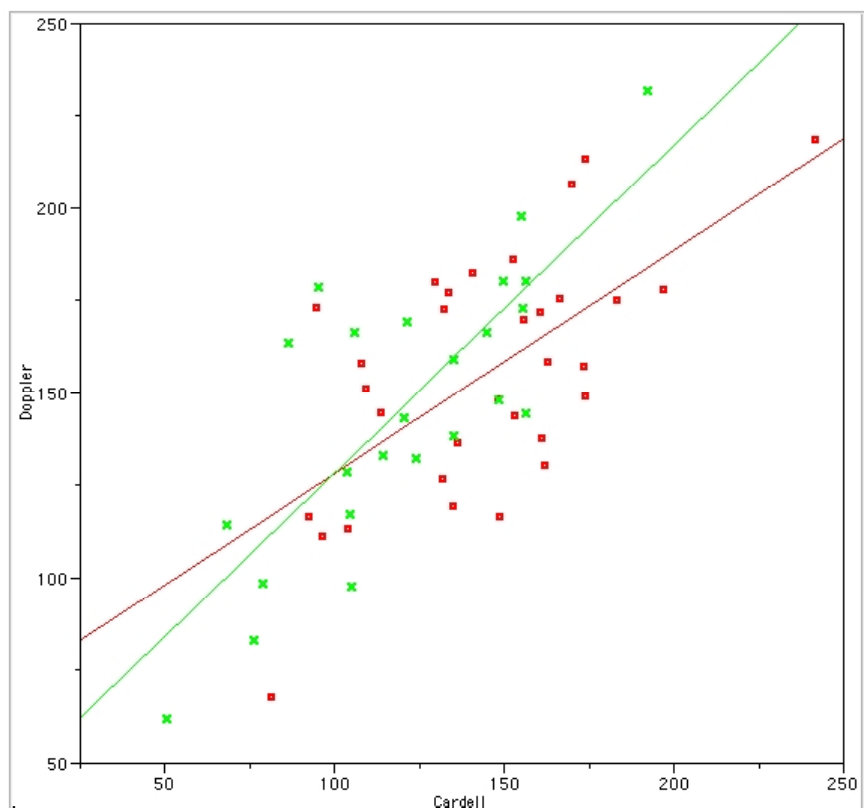
The Doppler technique can be recommended for indirect bloodpressure measurement in cats. In twelve out of the twenty-six cats used in this study the oscillometric method was not efficient in obtaining blood pressure values. Hence the oscillometric method cannot be recommended for use in cats. Both the oscillometric method and the Doppler technique can be recommended for indirect bloodpressure measurement in dogs, but it is important to use a mean of several pressure readings. In clinical practice the oscillometric method was the most practical and the easiest technique to use in dogs.

Referenser

1. Binns SH, Sisson DD, Buoscio DA & Schaeffer DJ. Doppler Ultrasonographic, Oscillometric Sphygmomanometric, and Photoplethysmographic techniques for noninvasive blood pressure measurement in anesthetized cats. *J Vet Int Med*, 1995, 9, 405-414.
2. Bland JM & Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *The Lancet*, 1986, 2, 307-310.
3. Bodey AR, Young LE, Bartram DH, Diamond MJ & Michell AR. A comparison of direct and indirect (oscillometric) measurements of arterial blood pressure in anaesthetised dogs, using tail and limb cuffs. *Res Vet Sci*, 1994, 57, 265-269.
4. Bodey AR & Michell AR. Epidemiological study of blood pressure in domestic dogs. *J Small Anim Pract*, 1996, 37, 116-125.
5. Bodey AR, Michell AR, Bovee KC, Buranakurl C & Garg T. Comparison of direct and indirect (oscillometric) measurements of arterial blood pressure in conscious dogs. *Res Vet Sci*, 1996, 61, 17-21.
6. Bodey AR & Michell AR. Longitudinal studies of reproducibility and variability of indirect (oscillometric) blood pressure measurement in dogs: evidence for tracking. *Res Vet Sci*, 1997, 63, 15-21.
7. Caulkett NA, Cantwell SL & Houston DM. A comparison of indirect blood pressure monitoring techniques in the anesthetized cat. *Vet Surg*, 1998, 27, 370-377.
8. Chalifoux A, Dallaire A, Blais N, Larivière N & Pelletier N. Evaluation of the arterial blood pressure of dogs by two noninvasive methods. *Can J Comp Med*, 1985, 49, 19-23.
9. Coulter DB, Whelan SC, Wilson RC & Goetsch DD. Determination of blood pressure by indirect methods in dogs given acetylpromazine maleate. *Cornell vet*, 1981, 71, 75-84.
10. Coulter DB & Keith JC. Blood pressures obtained by indirect measurement in conscious dogs. *J Am Vet Med Assoc*, 1984, 184, 1375-1378.

11. Dyce KM, Sack WO & Wensing CJG. The cardiovascular system, in Textbook of veterinary anatomy 2nd edition. Philadelphia, WB Saunders, 1996, 240-245.
12. Gains MJ, Grodecki KM, Jacobs RM, Dyson D & Foster RA. Comparison of direct and indirect blood pressure measurements in anesthetized dogs. *Can J Vet Res*, 1995, 59, 238-240.
13. Garner HE, Hahn AW, Hartley JW, Hutcheson DP & Coffman JR. Indirect blood pressure measurement in the dog. *Lab Anim Sci*, 1975, 25, 197-202.
14. Glen JB. The accuracy of indirect determination of blood pressure in dogs. *Res Vet Sci*, 1973, 14, 291-295.
15. Grandy JL, Dunlop CI, Hodgson DS, Curtis CR & Chapman PL. Evaluation of the Doppler ultrasonic method of measuring systolic arterial blood pressure in cats. *Am J Vet Res*, 1992, 53, 1166-1169.
16. Hamlin RL, Kittleson MD, Rice D, Knowlen G & Seyffert R. Noninvasive measurement of systemic arterial pressure in dogs by automatic sphygmomanometry. *Am J Vet Res*, 1982, 43, 1271-1273.
17. Harvey J, Falsetti H, Cooper P & Downing D. Auscultatory indirect measurement of blood pressure in dogs. *Lab Anim Sci*, 1983, 33, 370-372.
18. Intramedic AB, Bålsta. Parks 811-B, Svensk bruksanvisning. 1997.
19. Kallet AJ, Cowgill LD & Kass PH. Comparison of blood pressure measurements obtained in dogs by use of indirect oscillometry in a veterinary clinic versus at home. *J Am Vet Med Assoc*, 1997, 210, 651-654.
20. Kobayashi DL, Peterson ME, Graves TK, Lesser M & Nichols CE. Hypertension in cats with chronic renal failure or hyperthyroidism. *J Vet Int Med*, 1990, 4, 58-62.
21. Littman MP. Hypertension, in Ettinger SJ & Feldman EC (eds), Textbook of veterinary internal medicine, 5th edition. Philadelphia, WB Saunders, 2000, 1, 179-182.
22. Macintire DK. Hypotension, in Ettinger SJ & Feldman EC (eds), Textbook of veterinary internal medicine, 5th edition. Philadelphia, WB Saunders, 2000, 1, 182-186.

23. McLeish I. Doppler ultrasonic arterial pressure measurement in the cat. *Vet Rec*, 1977, 100, 290-291.
24. Mishina M, Watanabe T, Fujii K, Maeda H, Wakao & Takahashi M. A clinical evaluation of bloodpressure through non-invasive measurement using the oscillometric procedure in conscious dogs. *J Vet Med Sci*, 1997, 59, 989-993.
25. Sawyer DC, Brown M, Striler EL, Durham RA, Langham MA & Rech RH. Comparison of direct and indirect blood pressure measurement in anesthetized dogs. *Lab Anim Sci*, 1991, 41, 134-138.
26. Vincent IC, Michell AR & Leahy RA. Non-invasive measurement of arterial blood pressure in dogs: a potential indicator for the indentification of stress. *Res Vet Sci*, 1993, 54, 195-201.
27. Weiser MG, Spangler WL & Gribble DH. Blood pressure measurement in the dog. *J Am Vet Med Assoc*, 1977, 171, 364-368.

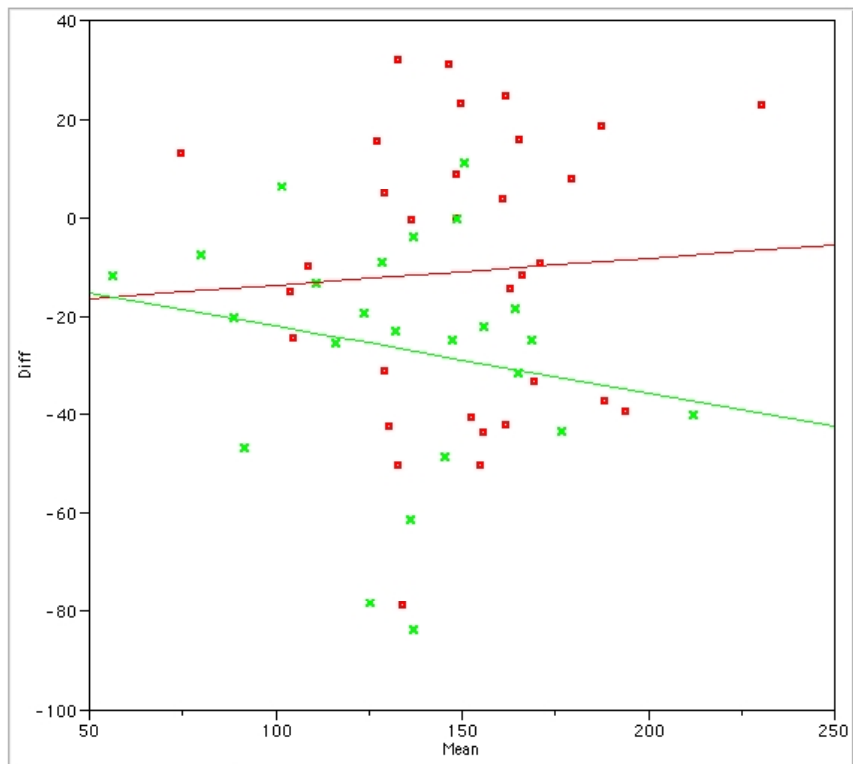


Gradering i mmHg.

Fig. 1. Blodtryck mätt med Cardellsystemet (oscillometri) plottat mot blodtryck mätt med Dopplertechnik hos 32 hundar och 26 katter. Trycket mättes tre gånger med respektive metod och ett medelvärde för varje metod för varje individ räknades ut. Ekvationerna för regressionslinjerna för hundar respektive katter var följande:

Hund (röd linje) $y = 0,60 x + 68,1$ $r = 0,63$

Katt (grön linje) $y = 0,89 x + 40,3$ $r = 0,79$



Diff=skillnaden, mean = medelvärdet, gradering i mmHg.

Fig. 2. Skillnaden mellan medelvärdet för blodtrycksmätning med oscillometrisk metod och medelvärdet för ultraljudsdopplertechnik på 32 hundar och 26 katter plottade mot medelvärdet av mätvärdet för båda metoderna för varje individ. Ekvationerna för regressionslinjerna för hundar respektive katter var följande:

Hund (röd linje) $y = 0,054 x - 19,0$

Katt (grön linje) $y = -0,135 x - 8,55$