

Methoden van niet-invasieve bloeddrukmeting bij de hond en kat

Paul Mandigers¹

Tijdschr Diergeneeskd 2005; 130: 198-203

Overzichtsartikel

SAMENVATTING

Een bloeddrukmeting is van belang voor de hedendaagse veterinaire praktijk als screening bij elke aangeboden patiënt, de spoedpatiënt, de intensive-care-patiënt en de geseedeerde patiënt. Verder bestaan er aandoeningen binnen de diergeneeskunde waarbij de bloeddruk kan veranderen. De meest betrouwbare bloeddrukmeting is de directe (arteriële) bloeddrukmeting of de zogenaamde invasieve meting. De niet-invasieve bloeddrukmetmethoden, doppler- en oscillometrische techniek, worden gebruikt in de diergeneeskunde. In dit artikel wordt ingegaan op de methode van meting en worden de twee technieken aan de hand van de literatuur besproken. Beide technieken meten waarschijnlijk een lagere bloeddruk dan wanneer gemeten zou worden met een invasieve methode. Het verschil in bloeddruk is bij de oscillometrische methode bij de kat groter dan bij de hond en dit verschil lijkt groter te worden bij een hogere bloeddruk. Echter wanneer met dit verschil rekening gehouden wordt, men in een rustige omgeving kan werken, de meting meerdere malen uitvoert en kritisch blijft op het bereikte resultaat is de bloeddrukmeting uitvoerbaar in de praktijk.

SUMMARY

Non-invasive blood pressure measurement in dogs and cats
Blood pressure measurements are of interest for today's veterinary practice. It can be used for screening of incoming patients, the emergency case, the intensive care patient and sedated animal. Furthermore, like in human medicine, blood pressure can be influenced by several diseases. The most reliable method of arterial blood pressure measurement is the direct or invasive method. Only the non-invasive methods doppler and oscillometric methods are used in veterinary medicine. The article describes the method of measurement, and provides a review of the literature. The oscillometric method especially in dogs. Both methods measure a lower blood pressure if compared with an invasive method. The difference in blood pressure is for the oscillometric method in cats greater than in dogs and appears to increase at higher blood pressures. Keeping these facts in focus, and if one is able to work in a quiet environment, repeat the measurements and maintain a critical attitude, blood pressure measurements can be performed in veterinary practice.

INLEIDING

Het meten van de arteriële bloeddruk is, in tegenstelling tot de humane geneeskunde, nog geen standaardonderdeel van de Nederlandse veterinaire gezondheidszorg. Toch is het bepalen van de bloeddruk interessant. Grofweg kunnen we vijf indicaties herkennen: 1) de routinescreening (denk bijvoorbeeld aan de geriatrie patiënt), 2) de opvang en stabilisatie van de spoedpatiënt, 3) de verpleging van de intensive-care-patiënt,

4) de diagnostiek en behandeling van specifieke ziekten en 5) de geseedeerde patiënt. Voorbeelden van specifieke (patho)fysiologische afwijkingen waarbij de bloeddruk kan veranderen zijn onder meer nierinsufficiëntie, hormonale veranderingen, hartfalen, anemie en idiopathische hypertensie.

Chronische nierinsufficiëntie komt zowel voor bij de hond als kat (18, 33). In de regel wordt een normale tot verhoogde bloeddruk gezien (11). Deze laatste wordt toegeschreven aan een verhoogde afgifte van angiotensine II en mogelijk aldosteron (31, 33, 39). De verhoogde afgifte van angiotensine II en de hogere glomerulaire druk kunnen mogelijk het nierfalen verergeren (10, 18, 39, 40).

De belangrijkste hormonale veranderingen die kunnen resulteren in een verhoogde bloeddruk zijn hyperthyreoïdie (24, 32, 41), hyperadrenocorticisme (34), diabetes mellitus (12, 26, 35), acromegalie (34) en een primair hyperaldosteronisme (34). Anemie, door welke oorzaak dan ook, kan secundair leiden tot een toename in hartfrequentie, slagvolume, hartminuutvolume, perifere vasoconstrictie met als resultaat een toename in de bloeddruk (25).

Specifieke voorbeelden van hartproblemen waarbij de bloeddruk verandert, is bij de kat hypertrofische cardiomyopathie (HCM), bij de hond mitraalklepinsufficiëntie (MI) en gedilateerde cardiomyopathie (DCM) (15, 27, 28). In de regel neemt de bloeddruk bij HCM toe (15, 28, 35). Bij MI en DCM hangt dit af van de mate van decompensatie. Bij MI kan de arteriële bloeddruk in het begin normaal tot gering verhoogd zijn. Bij beide aandoeningen zal de arteriële bloeddruk in het eindstadium verlaagd zijn (8, 15, 17, 27, 28). Bij een idiopathische hypertensie is de bloeddruk door een onbekende reden verhoogd (25, 42).

Recent heeft Van de Sandt *et al.* (42) een overzichtsartikel geschreven over arteriële hypertensie bij de kat. In het hier gepresenteerde overzichtsartikel wordt ingegaan op de verschillende methodieken van bloeddrukmeting die beschikbaar zijn voor de (Nederlandse) practicus.

NORMALE BLOEDDRUK EN HYPERTENSIE

De normaalwaarde voor de bloeddruk bij de kat is 118 mm Hg gemeten met de dopplertechniek (24) en met behulp van de oscillometrische methode 120 mm Hg systolisch en 80 mm Hg diastolisch (10). Van hypertensie wordt gesproken bij waarden boven de 160 mm Hg à 180 mm Hg (25, 32, 41). De normale bloeddruk van de hond gemeten met de oscillometrische methode is 133/76 mm Hg (25). Van hypertensie wordt bij de hond gesproken bij >160 mm Hg (doppler voorpoot (37)), >150 mm Hg (Osc-staart (37)), >160 mm Hg (Osc-achterpoot (37)).

METHODEN VAN BLOEDDRUKMETING

Directe bloeddrukmeting – de invasieve bloeddrukmeting

De meest betrouwbare bloeddrukmeting is de directe bloeddrukmeting of invasieve meting. Hierbij wordt een catheter in een arterie (bijvoorbeeld de A. metatarsalia of de A. femoralis) of vene (V. jugularis) gebracht (22). Er bestaan diverse

¹ Dr. P.J.J. Mandigers, Dierenarts-specialist Interne Geneeskunde van Gezelschapsdieren, Hoofafdeling Geneeskunde voor Gezelschapsdieren, Yalelaan 8, 3584 CM Utrecht en Veterinair Specialistisch Centrum 'De Wageningen', Kaijzenbergseweg 18, 6705 BN Wageningen, p.j.j.mandigers@planet.nl

systemen voor deze catheterisatie. Het meest nauwkeurig is het systeem waarbij de catheterpunt een druksensor (transducer) bevat. In de praktijk wordt meestal een systeem gebruikt waarbij een catheter, aangebracht in een arterie, aangesloten wordt op een externe transducer. Hierbij kan de druk weergegeven worden in een systolische arteriële druk (SAP), diastolische arteriële druk (DAP) en gemiddelde arteriële druk (MAP) (22). Deze laatste wordt berekend volgens de formule van Spörri (36, 38) waarbij de $MAP = DAP + 1/3 \text{ maal } (SAP - DAP)$. Afhankelijk van het systeem zijn de hartfrequentie en bloedgassen weer te geven dan wel te meten.

Invasieve bloeddrukmeting wordt beschouwd als de gouden standaard, maar de uitvoering kent zijn beperkingen bij het niet-gesedeerde dier (11, 22). De arteriële bloeddruktechniek kan goed bij operaties toegepast worden. Ook de veneuze drukmeting levert nuttige informatie op. Het meest gebruikte systeem is de zogenaamde centrale veneuze drukmeting (CVP) waarbij een jugulaircatheter zich net voor, of in, het rechter atrium bevindt (38). Deze methode wordt onder andere gebruikt om vloeistoftherapie op te volgen bij de intensieve-care-patiënt.

Indirecte bloeddrukmeting – niet-invasieve bloeddrukmeting

In essentie bestaan er drie niet-invasieve methodieken: doppler ultrasonische flowmetrie (doppler), oscillometrische flogomanometrisch (oscillometrisch) en fotoplethysmografisch. De laatste techniek maakt gebruik van een aangepaste pulse-oxy-meter maar heeft binnen de diergeneeskunde weinig ingang gekregen en wordt niet verder besproken. De andere twee technieken werken volgens het Riva-Rocci-principe: een cuff wordt aangebracht om een poot of de staart. De cuff wordt opgepompt totdat het arteriële vat wordt dichtgedrukt. Op dit moment is er geen bloedstroom en hoort men dus niets. Vervolgens laat men de cuff langzaam leeglopen. Op het moment dat de bloedstroom weer start kan men met de doppler dit hoorbaar maken of registreert men dit met de oscillometrische methode. Dit moment correspondeert met de systolische druk. Wanneer het bloedvat weer geheel open is geeft dit de diastolische druk weer. Bij de toepassing van de echografie van het hart wordt deze dopplertechniek ook gebruikt voor het meten van de druk in de aorta, A. pulmonalis en de beide ventrikels en worden de drukgradiënten berekend (15).

Zowel bij de doppler- als de oscillometrische techniek zijn enkele absolute voorwaarden voor een betrouwbaar en herhaalbaar resultaat. Een onrustige ruimte, een witte-jas-effect en onrustig werken kunnen het resultaat beïnvloeden (5, 14). Zo geven metingen die thuis zijn verricht standaard een lager resultaat dan wanneer in een klinieksituatie gemeten wordt (21, 43). Verder verdient het de aanbeveling vaak te meten (vijf tot tien maal) waarbij alleen de laatste metingen gemiddeld worden. Hoe vaker gemeten wordt in een sessie, hoe betrouwbaarder het resultaat (30). Daarnaast is het belangrijk de juiste cuffgrootte te kiezen. De cuffbreedte is bijvoorbeeld ongeveer veertig procent tot zestig procent van de omtrek van het gekozen ledemaat/de staart (11, 36). Als de cuff te breed is kan het zijn dat men een (vals negatief) te lage bloeddruk meet en omgekeerd bij een te smalle cuff kan men ten onrechte een te hoge bloeddruk meten.

Doppler ultrasonische flowmetrie of de dopplertechniek

Bij de dopplertechniek¹ kan uitsluitend de systolische druk met zekerheid bepaald worden. De diastolische druk kan niet nauwkeurig gemeten worden (36). De systolische druk wordt afgelezen aan de hand van de cuffdruk. De transducer van de doppler produceert namelijk continu een geluidsgolf. Op het moment dat er weer een bloedstroom start in de dicht gedrukte arterie botst deze geluidsgolf tegen de rode bloedcellen op waarbij het dopplereffect ontstaat. De teruggekaatste golf wordt nu vertaald in een geluid. Het geluid is hoorbaar via een luidspreker of koptelefoon.

Plaats waar gemeten kan worden en voorwaarden voor het onderzoek

De plaats waar de transducer aangebracht wordt idaaliter geschoren dan wel geknipt. De plaatsen waar normaliter gemeten wordt zijn de palmare zijde van de metacarpalia (A. digitalis palmaris communis; tussen zoolkussen en handwortelkussen) en de onderkant van de staart (A. caudalis mediana). De transducer wordt distaal van de cuff geplaatst. Wanneer gemeten wordt aan de voorpoot kan de cuff tussen elleboog en carpus geplaatst worden. Het scheren van deze plaats is niet nodig (9, 29) hoewel het wel eenvoudiger is een pols te vinden nadat de plaats van de meting is geschoren of geknipt (observaties van de auteur van dit artikel).

Betrouwbaarheid van de meetresultaten

De methode bestaat al lang (16, 29) en is goed geëvalueerd (2, 14, 19, 23, 29, 35-37). De dopplertechniek wordt ook gezien als betrouwbaar en er lijkt hierbij geen speciesverschil aanwezig te zijn. Grandy *et al.* (19) evalueerde de techniek bij katten onder anesthesie en nam waar dat doppler ten opzichte van een directe meting standaard $\pm 14 \text{ mm Hg}$ lager meet. Een onderzoek van Klevans *et al.* (23) bij niet-gesedeerde katten met renale hypertensie gaf aan dat doppler een goede correlatie had met de directe meting. Chalifoux (14) evalueerde doppler bij zowel geanestheerde als niet-gesedeerde honden en vond dat de doppler, in vergelijking met de directe bloeddrukmeting, met name bij de gesedeerde hond een goede correlatie had. Bij de wakkere hond was er een grotere spreiding (14). In een meer recente publicatie werd de dopplertechniek geëvalueerd bij een kleine groep van honden ($n=8$) en volgens dat onderzoek geeft de dopplertechniek wel standaard een lagere waarde dan wanneer gemeten wordt met de invasieve methodiek (36). Hoeveel lager dit standaard is, kon op basis van deze groeps-grootte niet aangegeven worden.

Gebruiksvriendelijkheid

De dopplertechniek is goed uitvoerbaar maar oefening is absoluut noodzakelijk. Bij een gestrest dier is het belangrijk in alle rust te werken en de koptelefoon te gebruiken. Doordat de voorpoot van het dier, dan wel de staart vastgehouden moet worden lukt de meting niet altijd bij ieder dier. Zoals reeds eerder is vermeld (vorige alinea) moet ook goed op de grootte van de cuff en het juist aanbrengen ervan gelet worden.

Oscillometrische meting

Bij de oscillometrische meting is de cuff in tegenstelling tot bij de dopplertechniek aangesloten op een apparaat dat de cuffdruk automatisch regelt. Ook hier gaat het principe van Riva-Rocci op. Op het moment dat de cuffdruk afneemt en de bloedstroom weer start, gaat de wand van de arterie tril-

¹ Ultrasonic Flow Detector, Parker Medical Electronics Inc, Aloha, Oregon, USA. Distributeur van Bloedrukmeters Bloedrukmeters, Amersfoort.

len. Deze trilling wordt door de in de cuff geplaatste sensor waargenomen en vertaald in een systolische (SAP), diastolische (DAP) en gemiddelde arteriële druk (MAP). In tegenstelling tot bij de dopplertechniek kan dus ook de diastolische druk gemeten worden. De methode wordt bij de mens veel gebruikt en geeft een betrouwbaar resultaat. Om die reden is de techniek ook voor veterinair gebruik ontwikkeld.

Plaats waar gemeten kan worden en voorwaarden voor de bepaling

De plaats waar de cuff geplaatst wordt hoeft niet geschoren te worden (9), maar correct cuffgebruik en plaatsing is essentieel (zie ook eerder). Bij een te harig individu kan het dan toch goed zijn de haren weg te strijken of te knippen (observaties van de auteur van dit artikel). Er kan zowel aan de voorpoot, achterpoot als aan de staart gemeten worden. De meest betrouwbare resultaten worden aan de achterpoot boven de hak en op de staart verkregen (5, 37).

Betrouwbaarheid van de meetresultaten

Hoewel de techniek bij de mens gezien wordt als betrouwbaar is dit veterinair niet het geval. Er lijkt hierbij een duidelijk speciesverschil aanwezig te zijn. In een onderzoek van Branson *et al.* (9) bij geanestheerde katten waren de resultaten van de oscillometrische meting² niet vergelijkbaar met de invasieve methodiek. Een vergelijkbaar resultaat werd beschreven door Binns *et al.* (2). Sander *et al.* (35) vergeleek de drie methoden bij niet-gesedeerde katten en vond juist een goed reproduceerbaar resultaat (35). Vier groepen met katten werden onderzocht: gezond, diabetes mellitus, chronisch nierfalen en hypertrofische cardiomyopathie. Bij een lage bloeddruk was zowel de dopplertechniek als oscillometrische meting² vergelijkbaar. Echter bij hogere bloeddrukken meet de oscillometrische methodiek lager dan de dopplertechniek. De diastolische druk werd zelfs niet goed weergegeven. Zij concludeerden dat alleen de dopplertechniek betrouwbare resultaten gaf. Deze resultaten werden ook elders waargenomen (20): bij 26 katten waarvan er vijf een verhoogde bloeddruk hadden bleek de doppler ten opzichte van de oscillometrische meting gemiddeld 26 mm Hg hoger te meten. Juist bij de kat was een tendens zichtbaar dat hoe hoger de druk hoe groter het verschil. De conclusie van de auteurs was dat de oscillometrische techniek bij de kat voorzichtig geïnterpreteerd moest worden.

Dat er mogelijk een verschil in apparatuur bestaat blijkt uit de publicatie van Caulkett *et al.* (13). Zij vonden dat juist de oscillometrische methode een betrouwbaarder resultaat gaf bij de kat dan de doppler ten opzichte van de invasieve methode (13). Zij gebruikten echter een ander apparaat dan in de vorige publicaties.

Bij honden lijken andere resultaten behaald te worden. Een Engelse groep heeft meerdere onderzoeken gepubliceerd over het gebruik van de oscillometrische techniek bij de hond (3-7). Bij de geanestheerde hond bleken de resultaten goed vergelijkbaar te zijn met de invasieve methodiek (7). Plaatsing op de staart gaf een beter resultaat dan plaatsing op een poot. Een vergelijkbaar resultaat werd beschreven bij niet-gesedeerde honden (5). Een belangrijke waarneming was dat herhaalde metingen in een rustige omgeving essentieel zijn (5). In contrast daarmee is het onderzoek van Stepien

et al. (36) die de resultaten vergeleken van de twee non-invasieve technieken en de invasieve methode en vonden dat zowel de dopplertechniek als de oscillometrische² meting vergelijkbare resultaten geven maar wel beide standaard lager meten. Recent heeft deze groep een vergelijkbaar onderzoek gepubliceerd waarbij 72 gezonde honden met 66 patiënten met hypertensie vergeleken werden (37). De oscillometrische meting werd gedaan boven de hak of aan de staart en de dopplermeting aan de voorpoot. Tussen de groepen werd geen significant verschil waargenomen vergeleken met een directe bloeddrukmeting.

De resultaten van de verschillende onderzoeken die hierboven zijn samengevat maken het moeilijk om een eenvoudige conclusie te trekken. Bij de kat is een goede applicatie van de apparatuur essentieel en is mogelijk de keuze van het apparaat even belangrijk. Zowel het apparaat als de software zal aan hoge eisen moeten voldoen. In Nederland wordt momenteel slechts één apparaat³ verkocht wat gebruikmaakt van de oscillometrische techniek. Dit apparaat is vergeleken met de dopplertechniek (20) bij 32 honden en 26 katten. Ten opzichte van de doppler meet de oscillometrische meting bij honden gemiddeld 11 mm Hg lager en bij katten 26 mm Hg. Bij de kat werd de meting bij hogere drukken minder nauwkeurig. De conclusie van de auteurs was dat de techniek bij de hond bruikbaar was maar bij de kat alleen met enige terughoudendheid.

Gebruiksvriendelijkheid

Door de auteur van dit artikel zijn meerdere oscillometrische apparaten onderzocht en vergeleken met elkaar. In principe is de apparatuur ten opzichte van de dopplertechniek zeer eenvoudig te bedienen en kan vaak zonder al te veel stress gebruikt worden. Dit is niet altijd even goed mogelijk bij de dopplertechniek. Toch is het absoluut essentieel dat de cuff goed aangebracht wordt. Indien het een zeer harig dier betreft verdient het de aanbeveling de huid toch te scheren, te knippen of de haren weg te strijken. De metingen bleken niet bij ieder apparaat even reproduceerbaar. De duurder apparaten^{4,5} zijn zoals blijkt uit dit overzicht betrouwbaarder.

CONCLUSIE

Bloeddrukmeting bij de hond en kat is uitvoerbaar en er zijn diverse indicaties. Voor een betrouwbaar resultaat is het echter wel belangrijk om in een rustige ruimte te werken, rustig te werken, de juiste cuff en plaatsing te hanteren en de meting meerdere malen uit te voeren (vijf tot tien maal). De dopplertechniek wordt over het algemeen beschouwd als het meest betrouwbaar. Oscillometrisch-werkende apparatuur geeft met name bij de hond betrouwbare resultaten. Beide technieken meten waarschijnlijk lager dan de invasieve methode. Het verschil in gemeten bloeddruk is bij de oscillometrische methode bij de kat groter dan bij de hond en lijkt toe te nemen bij een hogere bloeddruk.

LITERATUUR

1. Asano K, Masui Y, Masuda K, and Fujinaga T. Noninvasive estimation of cardiac systolic function using continuous-wave Doppler echocardiography in dogs with experimental mitral regurgitation. *Aust Vet J*

² *Loggie® 4000s GE, Sonographic Medical Systems, Milwaukee, WI, USA.*

³ *Cardell® system Veterinary Monitor, Sillam Veterinary Inc, Tampa, Florida, U.S.A. Distributeur in Nederland Verin, Heerlen, NL.*

² *Diatascope passport®. Diatascope corp, Paramus, NJ, U.S.A.*

³ *Meconpoint®. S+M med Vet & Welfare LLC.*

- 2002; 80: 25-8.
2. Binns SH, Sisson DD, Buoscio DA, and Schaeffer DJ. Doppler ultrasonographic, oscillometric sphygmomanometric, and photoplethysmographic techniques for noninvasive blood pressure measurement in anesthetized cats. *J Vet Intern Med* 1995; 9: 405-14.
 3. Bodey AR, and Michell AR. Longitudinal studies of reproducibility and variability of indirect (oscillometric) blood pressure measurements in dogs: evidence for tracking. *Res Vet Sci* 1997; 63: 15-21.
 4. Bodey AR, and Michell AR. Epidemiological study of blood pressure in domestic dogs. *J Small Anim Pract* 1996; 37: 116-25.
 5. Bodey AR, Michell AR, Bovee KC, Buranakul C, and 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, and Rampling MW. Comparison of haemorrhological parameters and blood pressure in various breeds of dog. *J Small Anim Pract* 1999; 40: 3-6.
 7. Bodey AR, Young LE, Bartram DH, Diamond MJ, and 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: 265-9.
 8. Borgarelli M, Tarducci A, Tidholm A, and Haggstrom J. Canine idiopathic dilated cardiomyopathy. Part II: pathophysiology and therapy. *Vet J* 2001; 162: 182-95.
 9. Branson KR, Wagner-Mann CC, and Mann FA. Evaluation of an oscillometric blood pressure monitor on anesthetized cats and the effect of cuff placement and fur on accuracy. *Vet Surg* 1997; 26: 347-53.
 10. Brown SA, Crowell WA, Brown CA, Barsanti JA, and Finco DR. Pathophysiology and management of progressive renal disease. *Vet J* 1997; 154: 93-109.
 11. Brown SA, and Henik RA. Diagnosis and treatment of systemic hypertension. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1998; 28: 1481-94, ix.
 12. Brown SA, Walton CL, Crawford P, and Bakris GL. Long-term effects of antihypertensive regimens on renal hemodynamics and proteinuria. *Kidney Int* 1993; 43: 1210-8.
 13. Caulkett NA, Cantwell SL, and Houston DM. A comparison of indirect blood pressure monitoring techniques in the anesthetized cat. *Vet Surg* 1998; 27: 370-7.
 14. Chalifoux A, Dallaire A, Blais D, Lariviere N, and Pelletier N. Evaluation of the arterial blood pressure of dogs by two noninvasive methods. *Can J Comp Med* 1985; 49: 419-23.
 15. Darke P, Bonagura JD, and Kelly DE. *Color atlas of Veterinary Cardiology*. 1st ed. London: Mosby-Wolfe; 1996.
 16. Day MD, and Whiting RL. An improved technique for the continuous measurement of arterial blood pressure in the conscious unrestrained cat. *Br J Pharmacol* 1972; 45: 182P.
 17. Elliott J, and Marr CM. Understanding the pathophysiology is the key to novel therapies for canine dilated cardiomyopathy. *Vet J* 2001; 162: 168-9.
 18. Finco DR, Brown SA, Brown CA, Crowell WA, Cooper TA, and Barsanti JA. Progression of chronic renal disease in the dog. *J Vet Intern Med* 1999; 13: 516-28.
 19. Grandy JL, Dunlop CI, Hodgson DS, Curtis CR, and Chapman PL. Evaluation of the Doppler ultrasonic method of measuring systolic arterial blood pressure in cats. *Am J Vet Res* 1992; 53: 1166-9.
 20. Holmer U. Indirekt blodtrycksmätning hos hund och katt. Uppsala: Veterinärmedicinska fakulteten; 2003; 1-17.
 21. Kallet AJ, Cowgill LD, and 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: 651-4.
 22. Kittleson MD, and Olivier NB. Measurement of systemic arterial blood pressure. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1983; 13: 321-36.
 23. Klevans LR, Hirkaler G, and Kovacs JL. Indirect blood pressure determination by Doppler technique in renal hypertensive cats. *Am J Physiol* 1979; 237: H720-3.
 24. Kobayashi DL, Peterson ME, Graves TK, Lesser M, and Nichols CE. Hypertension in cats with chronic renal failure or hyperthyroidism. *J Vet Intern Med* 1990; 4: 58-62.
 25. Littman MP. Hypertension. In: Ettinger SJ, Feldman EC, editors. *Textbook of Veterinary Internal Medicine*. 5th ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 2000; p. 182-6.
 26. Mandigers PJJ. *Diabetes Mellitus in dogs and cats*. Arbeidsbijdrage Oostenrijkse Gesellschaft der Tierartze; Vienna (Austria): Oostenrijkse Gesellschaft der Tierartze, 2000; p. 27-31.
 27. Mandigers PJJ. *Stabilisatie van de patient met acuut hartfalen*. Symposium State of the Heart; Utrecht: Boehringer Ingelheim, 2004; p. 5-8.
 28. Martin M, and Corcoran B. *Cardiorespiratory Diseases of the Dog and Cat*. 1 ed. Oxford: Blackwell Science Ltd; 1997.
 29. McLeish I. Doppler ultrasonic arterial pressure measurement in the cat. *Vet Rec* 1977; 100: 290-1.
 30. Mishina M, Watanabe T, Fujii K, Maeda H, Wakao Y, and Takahashi M. A clinical evaluation of blood pressure through non-invasive measurement using the oscillometric procedure in conscious dogs. *J Vet Med Sci* 1997; 59: 989-93.
 31. Mishina M, Watanabe T, Fujii K, Maeda H, Wakao Y, and Takahashi M. Non-invasive blood pressure measurements in cats: clinical significance of hypertension associated with chronic renal failure. *J Vet Med Sci* 1998; 60: 805-8.
 32. Mooney CE. Pathogenesis of feline hyperthyroidism. *J Feline Med Surg* 2002; 4: 167-9.
 33. Polzin DJ, Osborne CA, Jacob F, and Ross S. Chronic renal failure. In: Ettinger SJ, Feldman EC, editors. *Textbook of Veterinary Internal Medicine*. 5th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 2000; p. 1634-62.
 34. Rijnberk A. *Clinical Endocrinology of Dogs and Cats*. 1 ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1996.
 35. Sander C, Horauf A, and Reusch C. Indirect blood pressure measurement in cats with diabetes mellitus, chronic nephropathy and hypertrophic cardiomyopathy. *Tierarztl Prax Ausg K Klientiere Heimtiere* 1998; 26: 110-8.
 36. Stepien RL, and Rapoport GS. Clinical comparison of three methods to measure blood pressure in nonsedated dogs. *J Am Vet Med Assoc* 1999; 215: 1623-8.
 37. Stepien RL, Rapoport GS, Henik RA, Wanholz L, and Thomas CB. Comparative diagnostic test characteristics of oscillometric and Doppler ultrasonographic methods in the detection of systolic hypertension in dogs. *J Vet Intern Med* 2003; 17: 65-72.
 38. Stokhof AA, and De Rick A. *Circulatory system*. In: Rijnberk A, Vries HW de, editors. *Medical History and physical examination in companion animals*. 1 ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, 1994; p. 97-108.
 39. Strutz E, and Muller GA. On the progression of chronic renal disease. *Nephron* 1995; 69: 371-9.
 40. Strutz E, and Muller GA. Interstitial pathomechanisms underlying progressive tubulointerstitial damage. *Kidney Blood Press Res* 1999; 22 (1-2): 71-80.
 41. Thompson J. Management of hypertension in a geriatric cat. *Can Vet J* 2004 May; 45 (5): 427-9.
 42. Sandt RR van de, Stades FC, Boeve MH, and Stokhof AA. [Arterial hypertension in the cat. A pathobiologic and clinical review with emphasis on the ophthalmologic aspects]. *Tijdschr Diergeneeskd* 2003; 128 (1): 2-10.
 43. Vincent JC, Michell AR, and Leahy RA. Non-invasive measurement of arterial blood pressure in dogs: a potential indicator for the identification of stress. *Res Vet Sci* 1993 Mar; 54 (2): 195-201.