

Flavio Valerio, Med Vet
Department of Veterinary Clinical Sciences
University of Teramo, Teramo, Italy

NIBP v/s IBP monitoring in anaesthesia: case report

VRA 2004; 2(1):9-14

Abstract

A 11-year-old castrated male cat was anaesthetized to relieve an urethral obstruction. During the procedure arterial blood pressure was measured indirectly by use of an oscilloscope and by the direct technique. The cuff of the oscillometric device was placed around the antebrachium and an arterial catheter was placed in the dorsal pedal artery.

The usefulness of a peripheral arterial site and the agreement between selected methods of blood pressure measurement were evaluated in the range of normotension.

The placement of an arterial catheter transcutaneously and in a distal site in the arterial tree reduces the invasivity of the procedure, but the technique is more difficult than placement in a proximal site. The mean arterial pressure was the less affected parameter and the agreement between the two methods of blood pressure measurement was high (bias -0.8 mm Hg).

Key words

Cat, oscillometric blood pressure, direct blood pressure, general anaesthesia.

The measurement of systemic arterial blood pressure plays a primary clinical role in the cardiovascular monitoring in the anaesthetized patient. The direct method is able to properly and continuously represent hemodynamic status, but has some degree of invasivity. In cats the direct technique is mainly employed in experimental settings and it consists in using central arteries because of the little size of this species that limits access to peripheral arterial sites. The oscillometric method is an indirect technique that allows to obtain non continuous measurements. This has important applications in clinical setting in both cats and dogs because it is not invasive and easy to use. Both indirect methods – based to blood flow – and direct method – that measures pressure – are affected by systematic errors. Direct method will overvalue arterial systolic pressure as far as 15-30 mm Hg⁽¹⁾ in an underdamped catheter-transducer system. An overdamped system will give erroneous low systolic blood pressures instead.

The accuracy and precision of oscillometric method compared with direct method was evaluated both in dogs^(2, 3, 4) and cats^(5, 6, 7) during anaesthesia. Main limitations of the technique are related to lack of accuracy in state of shock, hypotension, vasoconstriction, arrhythmias, and serious bradycardia or tachycardia⁽⁸⁾.

Case report

A 11-year-old neutered male DSH (Domestic Short Haired) cat weighing 5.8 Kg, 7/9 BCS (Body condition score) was referred to the Department of Veterinary Clinical Sciences of the University of Teramo for an obstructed urinary tract disease. The cat had a three days of disuria progressing to nearly complete obstruction. Physical examination revealed abdominal distension and urinary bladder was stretched and painful. The cat had complete CBC, serum biochemistry profile, venous blood gases, urinalysis, and abdominal ultrasound evaluation. The most prominent laboratory findings were blood urea nitrogen 406 mg dL⁻¹ (range 20-65 mg dL⁻¹) and serum creatinine 14.3 mg dL⁻¹ (range 0.7-1.6 mg dL⁻¹). The animal was scheduled for anaesthesia to relieve the urethral obstruction.

Pre-anesthetic medication was butorphanol (Dolorex, Intervet Italia Srl Peschiera B., Milan, Italy) 0.1 mg Kg⁻¹ IV; anaesthesia was induced with diazepam (Diazepam 0,5 %, Gellini International Srl, Aprilia, Latina, Italy) 0.2 mg Kg⁻¹ IV, and Propofol (Rapinovel, Schering-Plough Animal Health, Segrate, Milan, Italy) 3 mg Kg⁻¹ IV. Following tracheal intubation the patient was positioned in dorsal recumbency. Anaesthesia was maintained with Isoflurane (Isoflurane-Vet, Merial Italia Spa, Milan, Italy) in oxygen with mechanical ventilation (IPPV) (SA2/RA2 Dräger Medical Italia Spa, Milan, Italy). Adequacy of ventilation was evaluated by using arterial blood gases throughout the procedure. Patient monitoring consisted of continuous evaluation of electrocardiogram (ECG, D_{II}), pulseoximetry (SpO₂), inspired and expired CO₂ concentration, inspired and expired oxygen concentration, inspired and expired isoflurane concentration, and rectal temperature (Agilent CMS, Agilent Technologies, Böblingen, Germany). A balanced crystalloid solution (Elettrolitica reidratante III, Galenica senese, Monteroni d'Arbia, Siena, Italy) was infused at 5 ml Kg⁻¹ h⁻¹.

Arterial blood pressure was measured using an oscillometric technique in pediatric mode over the left radial artery at 2-minute intervals. A cuff no. 2 was applied around distal third of antebrachium with a cuff-limb ratio of 43%. A over-the-needle 24-gauge venous catheter (Insyte®, Becton Dickinson Italia Spa, Milan, Italy) was placed transcutaneously in the right dorsal pedal artery and connected to a transducer (Transpac® IT, Abbott, Sligo, Republic of Ireland) via a 120 cm arterial pressure line. The transducer was then connected to a heparinized (3 UI ml⁻¹) normal saline bag pressurized at 300 mm Hg and to a monitor.

The transducer was placed at the level of the patient heart and zeroed to atmospheric pressure. Pressure waveforms

were evaluated for abnormalities and for signs of inadequate dynamic response characteristics. Cat was maintained in a light plane of anaesthesia with ETIso between 1.1 and 1.2 % that was judged adequate to the procedure carried out. Butorphanol (Dolorex, Intervet Italia Srl Peschiera B., Milan, Italy) 0.1 mg Kg⁻¹, IV was given before removing the endotracheal tube.

Data were analyzed using Bland–Altman method ⁽⁹⁾ to determine agreement between selected techniques.

The bias (mean difference from value obtained via direct measurements), precision (SD of the differences), and limits of agreements (bias ± 2SD) were calculated for systolic, diastolic, and mean pressures. The degree of association was also measured by calculating the Pearson's product moment correlation coefficient *r*. Data are expressed as mean ± SD and a P value less than 0,05 was considered significant.

During the procedure arterial blood pressure was in the range of normotension, defined as directly measured MAP

between 80 and 120 mm Hg. Twelve couples of measurements were compared (Table I). Heart rate was 150 ± 7 bpm (mean ± SD).

The oscillometric method showed diastolic blood pressure values higher and systolic blood pressure values lower than direct method. The negative bias means that the indirect method underestimated direct values and vice versa. The mean arterial pressure was a stable hemodynamic parameter, because it was almost not affected by measuring method with an high degree of accuracy (bias -0.8 mm Hg).

The precision of oscillometric method, measured by the SD of the differences, was lower than 6 mm Hg.

The correlation coefficients *r* were 0.85 (SAP), 0.93 (DAP), and 0.94 (MAP) and P values were < 0.001 (SAP, DAP, and MAP).

Table I. Differences between arterial blood pressures measured by oscillometric method and those measured by direct method

Pressure	Bias	Precision	Limits of agreement		Correlation	
			Upper	Lower	<i>r</i>	P
Systolic	-7.8	5.9	3.7	-19.2	0.85	< 0.001
Diastolic	7.3	3.6	14.3	0.3	0.93	< 0.001
Mean	-0.8	3.6	6.2	-7.7	0.94	< 0.001

Bias = Mean of differences between values obtained from indirect method and those obtained from direct method. Precision = SD of mean differences. Limits of agreement = Mean of differences ± 2 SD. Data expressed in mm Hg.

Discussion

The percutaneous placement of the arterial catheter and the characteristics of the selected insertion site reduce invasivity of the procedure. Nevertheless the technique was more difficult than placement of the catheter in a central artery.

The invasive access to a small vessel is noticeably influenced by factors like blood volume, vasomotor tone, and differential pressure determinants. The difference between systolic and diastolic pressures – differential pressure or pulse pressure - is the major determinant of pulse strength and influences tactile perception of a peripheral pulse.

The small size of the arterial vessel and of the catheter and the distal location of the arterial bed worsen the dynamic response. These characteristics make the dorsal pedal artery a bad sampling site ^(10, 11). The dynamic response of the monitoring system was not performed by the fast-flush test ⁽¹⁾, but every attempt was made to minimize sources of errors. A high natural frequency transducer, a fluid filled tubing as short as possible were used and the line was inspected for presence of air bubbles. The compared arterial sites (radial artery versus dorsal pedal artery) were not omologues, but they are both located in peripheral arterial tree even though at different levels. This fact should uniform sources of sampling errors of both methods mainly related to dynamic properties of fluids like resonance and damping ⁽¹¹⁾. Although indirect techniques are often compared to direct, commonly regarded as the gold standard, it is source of criticisms to

assume the direct value as the true value, because these methods are related to different phenomena. For this purpose the method of Bland and Altman was preferred to study of correlation for analysis of data ⁽⁵⁾.

The accuracy of the oscillometric method was in agreement with standards of AAMI, Association for the Advancement of Medical Instrumentation ⁽¹²⁾ (mean ± SD difference from value obtained directly, ≤ 5 ± 8 mm Hg) only for MAP. The precision (SD, standard deviation of differences) met the standards of AAMI for SAP, DAP, and MAP. Mean arterial pressure was the parameter least affected by measurement method and it showed high degree of accuracy (bias, -0.8 mmHg). Moreover it is the least affected by the catheter insertion site, the wave reflection, and the dynamic response of the monitoring system ⁽¹⁰⁾. The mean arterial pressure is the mean perfusion pressure during the cardiac cycle and on this determinant is based the pressure autoregulation of vital organs and systems such as brain, kidney, and heart.

In clinical settings the most important requirements for a monitoring system are precision or repeatability and an invasivity as low as possible. Placing an arterial catheter in the dorsal pedal artery could represent a low risk option for systemic arterial blood pressure measurement in cats. The reliability of this method could be satisfactory in most clinical situations, instead of using a central artery such as the femoral artery. Lack of fidelity of measurements in a peripheral site compared with a site close to the hearth, could be balanced with benefits to have continuous and real-time monitoring of MAP, main determinant of tissue

perfusion. Another advantage is the possibility to obtain repeated arterial blood samples for blood gases analysis to monitor patient's respiratory and acid-base status. Drugs and dosages commonly employed for anaesthesia and sedation in cats could have a great impact on

vasomotor tone and on arterial blood pressure. This fact could affect the accessibility to a peripheral artery and the opportunity to use a low-invasive technique of blood pressure measurement in this species.

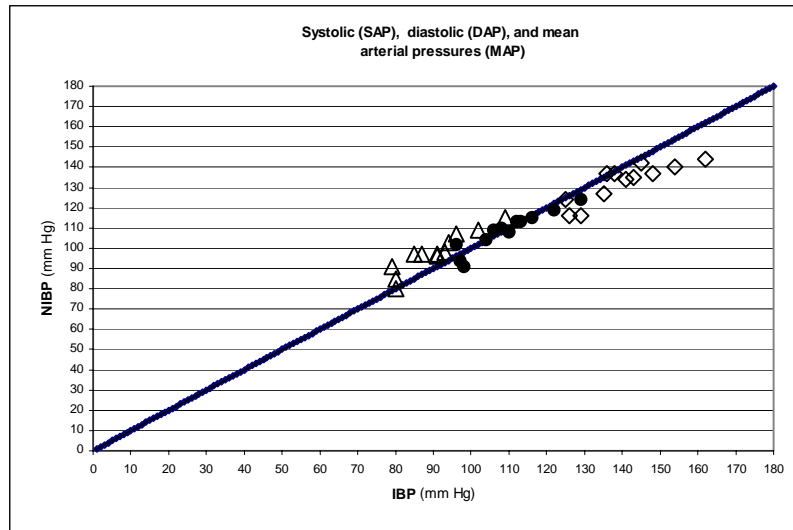


Figure I. Comparison between values of systolic (SAP \diamond), diastolic (DAP \triangle), and mean (MAP \bullet) arterial pressures obtained from indirect method (NIBP, non invasive blood pressure) and those obtained from direct method (IBP, invasive blood pressure).

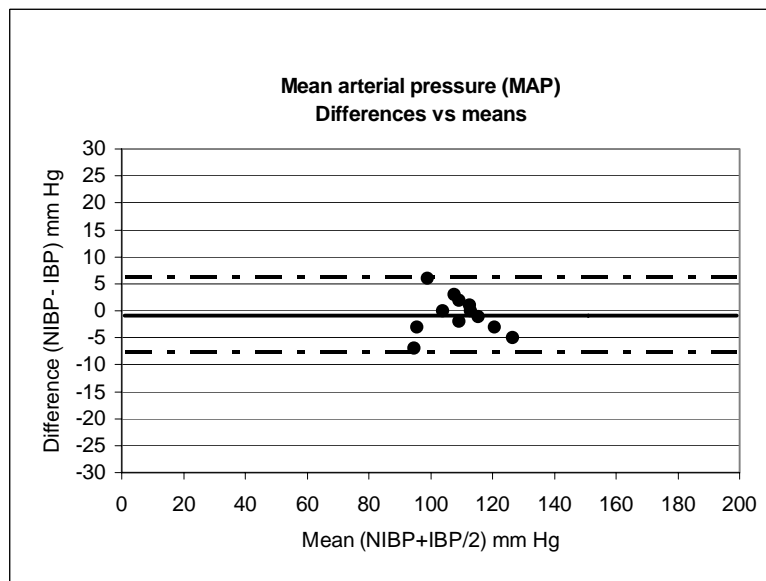


Figure II. Bland and Altman plot of differences between MAP values measured indirectly and values measured directly versus mean of the readings of the two methods. Values are scattered around the mean within upper and lower limits of agreement (mean \pm SD).

References

1. Gardner RM. Direct blood pressure measurements – Dynamic response requirements. *Anesthesiology* 54: 227-236, 1981.
2. Bodey AR, Young LE, Bartram DH, Diamond MJ, Michell AR. A comparison of direct and indirect (oscillometric) measurements of arterial blood pressure in anaesthetized dogs, using tail and limb cuffs. *Research in Veterinary Science* 57: 265-269, 1994.
3. Meurs KM, Miller MW, Slater MR. Comparison of the indirect oscillometric and direct arterial methods for blood pressure measurements in anesthetized dogs.

- Journal of the American Animal Hospital Association 32: 471-475, 1996.
4. Grosenbaugh DA, Muir WW. Accuracy of noninvasive oxyhemoglobin saturation, end-tidal carbon dioxide concentration and blood pressure monitoring during experimentally induced hypoxemia, hypotension or hypertension in anesthetized dogs. *American Journal Veterinary Research* 59, 2: 205- 212, 1998.
 5. Binns SH, Sisson DD, Buoscio DA, Schaeffer DJ. Doppler Ultrasonographic, oscillometric sphygmomanometric and photoplethysmographic techniques for noninvasive blood pressure measurement in anesthetized cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 9, 6: 405-414, 1995.
 6. Branson KR, Wagner-Mann CC, Mann FA. Evaluation of an oscillometric blood pressure moitor on anesthetized cats and the effect of cuff placement and fur on accuracy. *Veterinary Surgery* 26: 347-353, 1997.
 7. Pedersen K M, Butler MA, Ersboll AK, Pedersen HD. Evaluation of an oscillometric blood pressure monitor for use in anesthetized cats. *Journal of American Veterinary Medical Association* 221, 5: 646-650, 2002.
 8. Wagner AE, Brodbelt DC. Arterial blood pressure in anesthetized animals. *Journal of American Veterinary Medical Association* 210, 9: 1279-1285, 1997.
 9. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1: 307-310, 1986.
 10. Darovic OG. Arterial pressure monitoring. In: Hemodynamic monitoring. Invasive and noninvasive clinical application. 3th ed. Darovic O G, W B Saunders, Philadelphia, USA, 134-160, 2002.
 11. Kittleson MD, Bari Olivier N. Measurement of systemic arterial blood pressure. *Veterinary Clinics of North America: Small Animals Practice* 13, 2: 321 – 336, 1983.
 12. American National Standard for Electronic or Automated Sphygmomanometers ANSI/AAMI SP10-1992, Arlington, VA: Association for the advancement of Medical Instrumentation, 1992.

Misurazione della pressione arteriosa in corso di anestesia generale: valutazione comparativa della metodica oscillometrica e di quella diretta (sito periferico) in un gatto.

Flavio Valerio, Medico Veterinario

Dipartimento di Scienze Cliniche Veterinarie, Università degli Studi di Teramo, Teramo, Italia

Riassunto

Un gatto maschio castrato di 11 anni è stato sottoposto ad anestesia generale allo scopo di risolvere un'ostruzione uretrale. Durante la procedura è stata misurata la pressione arteriosa utilizzando la tecnica indiretta oscillometrica e quella diretta. Il manicotto per il rilievo della pressione oscillometrica è stato posizionato intorno all'avambraccio ed il catetere arterioso è stato inserito nella arteria dorsale del piede.

E' stata valutata l'utilità di un accesso arterioso periferico e l'accordo tra le metodiche di misurazione della pressione arteriosa selezionate nell'intervallo di normotensione.

L'inserimento del catetere per via transcutanea e le caratteristiche del sito selezionato riducono l'invasività della manovra rispetto all'utilizzo di un'arteria centrale, ma la realizzazione presenta maggiori difficoltà. La pressione arteriosa media è risultata il parametro meno influenzato dalla metodica e la concordanza tra i due metodi di misurazione è risultata elevata (bias -0,8 mm Hg).

Parole chiave

Gatto, pressione arteriosa oscillometrica, pressione arteriosa diretta, anestesia generale.

La misurazione della pressione arteriosa sistemica riveste un ruolo clinico primario nell'ambito del monitoraggio cardiocircolatorio del paziente in anestesia. La metodica diretta è in grado di rappresentare con maggiore adeguatezza ed in modo continuo lo stato emodinamico, ma presenta vari gradi di invasività. Nel gatto la tecnica diretta viene utilizzata soprattutto in scenari sperimentali e prevede l'uso di arterie centrali a causa delle ridotte dimensioni di questa specie che limitano l'impiego di siti arteriosi periferici. La metodica oscillometrica è una tecnica indiretta che consente di ottenere misure non continue. Essa trova importanti applicazioni in campo clinico sia nel gatto

sia nel cane perché non è invasiva ed è di facile utilizzo. Sia le metodiche indirette - basate sul flusso arterioso - sia quella diretta - basate sulla pressione - sono affette da errori sistematici. La pressione sistolica misurata direttamente può risultare sovrastimata fino a 15-30 mm Hg⁽¹⁾ in un sistema catetere-trasduttore sottosmorzato. Un sistema sovrasmorzato fornirà invece pressioni sistoliche erroneamente basse.

L'accuratezza e la precisione della metodica oscillometrica rispetto a quella diretta è stata valutata sia nel cane^(2, 3, 4) sia nel gatto^(5, 6, 7) in anestesia. Le principali limitazioni di questa tecnica sono legate alla perdita di accuratezza in condizioni quali shock, ipotensione, vasocostrizione, disturbi del ritmo cardiaco, bradicardia e tachicardia gravi⁽⁸⁾.

Caso clinico

Un gatto maschio castrato, comune europeo, di 11 anni di età e 5,8 Kg di peso corporeo, stato di nutrizione 7/9 BCS (Body condition score) è stato riferito presso il Dipartimento di Scienze Cliniche Veterinarie dell'Università degli Studi di Teramo per impossibilità di urinare. L'anamnesi riferiva presenza di disuria insorta da tre giorni progredita fino ad arresto quasi completo dell'urinazione. All'esame clinico l'addome si presentava aumentato di volume e la vescica distesa e dolente alla palpazione. Sono stati effettuati un esame ematobiochimico completo, emogasanalisi su sangue venoso periferico, esame chimico-fisico delle urine ed ecografico dell'addome. Le principali alterazioni del profilo ematobiochimico erano rappresentate da BUN 406 mg dL⁻¹ (range 20-65 mg dL⁻¹) e creatininemia 14,3 mg dL⁻¹ (range 0,7-1,6 mg dL⁻¹). L'animale è stato quindi candidato ad anestesia generale al fine di rimuovere l'ostruzione uretrale.

Nella preanestesia è stato impiegato 0,1 mg Kg⁻¹ EV di butorfanolo (Dolorex, Intervet Italia Srl Peschiera B., Milano, Italia); nell'induzione dell'anestesia sono stati utilizzati 0,2 mg

Kg⁻¹ EV di diazepam (Diazepam 0,5 %, Gellini International Srl, Aprilia, Latina, Italia) e 3 mg Kg⁻¹ EV di propofol (Rapinovet, Schering-Plough Animal Health, Segrate, Milano, Italia). Dopo intubazione orotracheale il paziente è stato posizionato in decubito dorsale. L'anestesia è stata mantenuta con isofluorano (Isoflurane-Vet, Merial Italia Spa, Milano, Italia) in ossigeno puro in ventilazione meccanica controllata (IPPV) (SA2/RA2 Dräger Medical Italia Spa, Milano, Italia). L'adeguatezza della ventilazione è stata valutata con emogasanalisi arteriosa durante la procedura. Il monitoraggio del paziente ha previsto il rilievo continuo dell'elettrocardiogramma (ECG D_{II}), pletismografia-saturimetria (SpO₂), analisi dei gas respiratori (CO₂, ossigeno, isofluorano) e temperatura rettale (Agilent CMS, Agilent Technologies, Böblingen, Germania). Durante la procedura è stata infusa soluzione elettrolitica bilanciata di mantenimento (Elettrolitica reidratante III, Galenica senese, Monteroni d'Arbia, Siena, Italia) alla velocità di 5 ml Kg⁻¹ h⁻¹. La pressione arteriosa è stata misurata con la tecnica oscillometrica in modalità pediatrica in corrispondenza dell'arteria radiale sinistra ad intervalli di 2 minuti. È stato utilizzato un manicotto n° 2 posizionato intorno al terzo distale dell'avambraccio con un rapporto altezza cuffia/circonferenza del 43%. Un catetere venoso da 24 gauge (Insyte®, Becton Dickinson Italia Spa, Milano, Italia) è stato inserito per via transcutanea nell'arteria dorsale del piede destro e collegato al trasduttore (Transpac® IT, Abbott, Sligo, Irlanda) attraverso la linea pressoria di 120 cm. Il trasduttore è stato connesso al sistema di irrigazione con soluzione fisiologica eparinizzata (3 UI/ml) pressurizzato a 300 mm Hg e al monitor. Il trasduttore è stato posizionato all'altezza del cuore ed è stato fatto l'azzeramento a pressione atmosferica. Le onde pressorie sono state valutate per la presenza di anomalie

Vedi: Tabella 1 (articolo in Inglese)

Discussione

L'inserimento del catetere per via transcutanea e le caratteristiche del sito selezionato riducono l'invasività della procedura. La realizzazione ha presentato comunque maggiori difficoltà rispetto all'utilizzo di un'arteria centrale. L'accesso invasivo ad un vaso arterioso di piccole dimensioni è condizionato sensibilmente da fattori quali il volume del sangue circolante, il tono vasomotore ed i determinanti della pressione differenziale. La differenza tra pressione sistolica e diastolica - pressione differenziale o del polso - rappresenta il maggiore determinante della forza del polso che ne condiziona la percezione tattile a livello periferico. Le ridotte dimensioni del vaso arterioso e del catetere utilizzabile e la localizzazione distale nel letto arterioso peggiorano la risposta dinamica. Queste caratteristiche rendono il sito una cattiva fonte di campionamento^(10, 11). La risposta dinamica del sistema di monitoraggio non è stata valutata attraverso il fast-flush test⁽¹⁾, ma è stato fatto ogni tentativo per ridurre le sorgenti di errore. È stato infatti impiegato un trasduttore ad elevata frequenza naturale, tuberia di lunghezza più breve e semplice possibile e la linea è stata ispezionata per rilevare l'eventuale presenza di bolle di aria. I siti di rilievo confrontati (aa radiale vs aa dorsale del piede) non sono omologhi ma appartengono al distretto periferico del circolo anche se a diversi livelli. Questo fatto può uniformare le sorgenti di errore di campionamento attribuibili ad entrambe le metodiche legate principalmente alle proprietà dinamiche dei fluidi quali la risonanza e il damping⁽¹¹⁾. Sebbene le tecniche indirette vengano comunemente confrontate con la diretta, tradizionalmente ritenuta il gold standard, può essere fonte di critica assumere quest'ultima quale valore vero, anche perché le due tecniche misurano grandezze diverse. In questa ottica è stata preferita per l'analisi dei dati la metodica di Bland e Altman rispetto allo studio della correlazione⁽⁵⁾. L'accuratezza del metodo oscillometrico è risultata in accordo con gli standard dell'AAMI, Association for the Advancement of

Vedi: Figure 1 e 2 (articolo in Inglese)

e alterazioni della risposta dinamica. È stato mantenuto un piano anestetico superficiale con ETiso compreso tra 1,1 e 1,2 % ritenuto adeguato alla procedura in atto. Prima dell'estubazione è stato impiegato butorfanolo 0,1 mg Kg⁻¹ EV.

I dati sono stati analizzati usando il metodo di Bland e Altman⁽⁹⁾ per valutare la concordanza tra le due metodiche. Sono stati calcolati il bias (media delle differenze) come misura dell'accuratezza, la precisione (DS delle differenze) e i limiti di agreement (bias ± 2DS) per le pressioni sistolica (SAP), diastolica (DAP) e media (MAP). Il grado di associazione è stato inoltre misurato calcolando il coefficiente di correlazione di Pearson *r*. I dati sono stati espressi come medie ± DS ed è stato considerato significativo un valore di *P* inferiore a 0,05.

Durante la procedura la pressione è risultata nell'intervallo di normotensione, definita come MAP diretta compresa tra 80 e 120 mm Hg. Sono state confrontate 12 coppie di rilevazioni ottenendo i risultati riportati in Tabella I. La frequenza cardiaca è risultata di 150 ± 7 bpm (media ± DS). La metodica oscillometrica ha fornito valori più elevati di pressione diastolica e valori più bassi di pressione sistolica rispetto alla metodica diretta. Il valore negativo del bias indica che la metodica indiretta ha fornito valori più bassi rispetto a quella diretta e viceversa. La pressione arteriosa media è risultata il parametro emodinamico più stabile, perché è risultata minimamente influenzata dalla metodica di misurazione (bias -0,8 mm Hg). La precisione della metodica oscillometrica rispetto alla misura diretta, valutata attraverso la DS delle differenze medie, è risultata inferiore a 6 mm Hg. I coefficienti di correlazione *r* sono risultati 0,85 (SAP), 0,93 (DAP) e 0,94 (MAP) e la probabilità *P* associata è risultata < 0,001 (SAP, DAP e MAP).

Medical Instrumentation⁽¹²⁾ (differenza media ± DS dai valori ottenuti direttamente, ≤ 5 ± 8 mm Hg) solo per la MAP. La precisione è risultata negli standards AAMI per tutte le pressioni (SAP, DAP e MAP). La pressione media è risultato il parametro meno influenzato dalla metodica di misurazione e ha mostrato un grado di accuratezza molto elevato (bias, -0,8 mm Hg). Inoltre essa non è influenzata in modo significativo dal sito di inserzione del catetere, dai fenomeni di riflessione dell'onda e dalla risposta dinamica del sistema di monitoraggio⁽¹⁰⁾. La MAP rappresenta la perfusione media nel corso del ciclo cardiaco e il determinante sul quale si basa l'autoregolazione di organi e sistemi di organi vitali quali il cervello, rene e cuore.

In campo clinico i requisiti più importanti richiesti ad un sistema di monitoraggio sono la precisione o ripetibilità e la ridotta invasività. La misurazione della pressione arteriosa mediante l'inserimento di un catetere nell'arteria dorsale del piede può rappresentare un'alternativa a basso rischio. L'affidabilità di questo metodo può essere considerata accettabile in molte situazioni cliniche, rispetto all'utilizzo di un'arteria centrale come l'arteria femorale. La perdita di fedeltà rispetto ai valori assunti dalla grandezza misurata in sedi più vicine al cuore può essere bilanciata dai benefici derivanti dal poter disporre in modo continuo e in tempo reale della MAP, principale determinante della perfusione tissutale. Un altro vantaggio è quello di poter disporre continuamente di campioni di sangue arterioso per l'esame dei gas ematici per la valutazione dello stato respiratorio ed acido-base del paziente.

I farmaci ed i dosaggi comunemente impiegati nell'anestesia e nelle procedure di sedazione nel gatto potrebbero avere un sensibile impatto sul tono vasomotore e sulla pressione arteriosa. Questo può condizionare l'accesso ad un'arteria periferica e l'impiego di una tecnica di misurazione della pressione arteriosa a ridotta invasività in questa specie.

Bibliografia

1. Gardner R M. Direct blood pressure measurements – Dynamic response requirements. *Anesthesiology* 54: 227-236, 1981.
2. Bodey A R, Young L E, Bartram D H, Diamond M J, Michell A R. A comparison of direct and indirect (oscillometric) measurements of arterial blood pressure in anaesthetized dogs, using tail and limb cuffs. *Research in Veterinary Science* 57: 265-269, 1994.
3. Meurs K M, Miller M W, Slater M R. Comparison of the indirect oscillometric and direct arterial methods for blood pressure measurements in anesthetized dogs. *Journal of the American Animal Hospital Association* 32: 471-475, 1996.
4. Grosenbaugh D A, Muir W W. Accuracy of noninvasive oxyhemoglobin saturation, end-tidal carbon dioxide concentration and blood pressure monitoring during experimentally induced hypoxemia, hypotension or hypertension in anesthetized dogs. *American Journal Veterinary Research* 59, 2: 205- 212, 1998.
5. Binns S H, Sisson D D, Buoscio D A, Schaeffer D J. Doppler Ultrasonographic, oscillometric sphygmomanometric and photoplethysmographic techniques for noninvasive blood pressure measurement in anesthetized cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 9, 6: 405-414, 1995.
6. Branson K R, Wagner-Mann C C, Mann F A. Evaluation of an oscillometric blood pressure monitor on anesthetized cats and the effect of cuff placement and fur on accuracy. *Veterinary Surgery* 26: 347-353, 1997.
7. Pedersen K M, Butler M A, Ersboll A K, Pedersen H D. Evaluation of an oscillometric blood pressure monitor for use in anesthetized cats. *Journal of American Veterinary Medical Association* 221, 5: 646-650, 2002.
8. Wagner A E, Brodbelt D C. Arterial blood pressure in anesthetized animals. *Journal of American Veterinary Medical Association* 210, 9: 1279-1285, 1997.
9. Bland J M, Altman D G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1: 307-310, 1986.
10. Darovic O G Arterial pressure monitoring . In: Hemodynamic monitoring. Invasive and noninvasive clinical application. 3th ed. Darovic O G, W B Saunders, Philadelphia, USA, 134-160, 2002.
11. Kittleson M D, Bari Olivier N. Measurement of systemic arterial blood pressure. *Veterinary Clinics of North America: Small Animals Practice* 13, 2: 321 – 336, 1983.
12. American National Standard for Electronic or Automated Sphygmomanometers ANSI/AAMI SP10-1992, Arlington, VA: Association for the advancement of Medical Instrumentation, 1992.