

Avaliação hemogasométrica em cadelas com piometra

[Hemogasometric evaluation in bitches with pyometra]

L.D. Mamão¹, C. Malm², M.D.S. Figueiredo¹, S.L. Beier², M.X. Silva², P.C.L.G. Valente¹,
M.P. Costa¹, L.A.A. Alvarenga³, P.Z. Costa³, E.F.D. Souza³, A.P.D. Pinto³

¹Aluno de pós-graduação – Escola de Veterinária – Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte, MG

²Escola de Veterinária – Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte, MG

³Programa de Residência – Escola de Veterinária – UFMG – Belo Horizonte, MG

RESUMO

A piometra é uma afecção comum em cadelas com uma etiologia hormonal associada à infecção bacteriana, levando ao acúmulo de exsudato uterino. Desequilíbrios ácido-base e hidroeletrólíticos são complicações que contribuem para a progressão da doença, o que piora o estado geral da paciente e pode levá-la ao óbito. O objetivo do presente trabalho foi caracterizar os distúrbios ácido-base e eletrólíticos em cadelas com piometra, além de avaliar se a terapia hídrica pré-cirúrgica (Ringer lactato) é efetiva na correção desses desequilíbrios. Vinte cadelas com piometra foram submetidas à hemogasometria em oito tempos preestabelecidos. Concluiu-se que o distúrbio ácido-base mais frequente foi a alcalose respiratória e que a terapia hídrica no pré-cirúrgico com solução Ringer lactato foi efetiva na correção da acidose metabólica e proporcionou melhora na alcalose respiratória, embora não tenha corrigido quadros de alcalose metabólica.

Palavras-chave: piometra, cadela, desequilíbrios ácido-base e hidroeletrólíticos

ABSTRACT

Pyometra is a common disease in dogs with a hormonal etiology associated with a bacterial infection and leading to accumulation of uterine exudates. Acid-base and electrolyte disturbances are complications that contribute to disease progression, worsening the condition of the patient, possibly leading death. The aim of this study was to characterize the acid-base and electrolyte disturbances in dogs with pyometra, and to evaluate whether preoperative fluid therapy (Ringer's lactate) is effective in correcting these imbalances. Twenty bitches with pyometra were subjected to blood gas analysis in eight pre-set times. It was concluded that the acid-base disorder was the most frequent respiratory alkalosis and fluid therapy in the preoperative Ringer's lactate solution was effective in the correction of metabolic acidosis, although this has not corrected metabolic alkalosis frames and has provided improved alkalosis breathing.

Keywords: Pyometra, bitch, acid-base imbalances and electrolyte

INTRODUÇÃO

Desequilíbrios ácido-base e hidroeletrólíticos são alterações frequentes em cadelas com piometra devido à endotoxemia, à desidratação, às disfunções renal e hepática, entre outros (Mastrocinque, 2002).

O equilíbrio ácido-base refere-se aos mecanismos fisiológicos que mantêm a concentração de hidrogênio (H^+) dos líquidos corpóreos dentro de uma faixa compatível com a vida, e a manutenção da homeostase exige um equilíbrio entre a entrada ou a produção de H^+ e sua remoção do organismo (Guyton e Hall, 2002). Patologias como a piometra apresentam o potencial de alterar os mecanismos de

homeostase, levando a desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido-base (Luna, 2002), e, por isso, a avaliação desses desequilíbrios é fundamental tanto para determinar complicações que podem contribuir para a progressão da doença, quanto para direcionar o tratamento e estabelecer o prognóstico (DiBartola, 2012).

Objetivou-se com este trabalho evidenciar em cadelas com piometra alterações ácido-base e eletrólíticas, caracterizando, assim, os principais distúrbios encontrados. Avaliou-se também se a terapia hídrica com solução Ringer lactato foi efetiva na correção dos desequilíbrios ácido-base e eletrólíticos. Desse modo, foram estabelecidos oito tempos de avaliação, sendo T0 referente ao momento do diagnóstico, e os demais tempos ao acompanhamento dos distúrbios até 60 dias após a cirurgia.

MATERIAL E MÉTODOS

Participaram deste estudo 20 cadelas de raças variadas, idade entre seis e 15 anos, com diagnóstico de piometra e provenientes da rotina clínico-cirúrgica do Hospital Veterinário/UFMG. Houve aprovação pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (Ceua/UFMG), sob protocolo 260/11.

Instituiu-se tratamento com fluidoterapia (solução Ringer lactato), antibioticoterapia (amoxicilina com clavulanato de potássio), cirurgia (ovário-histerectomia) e analgesia pós-cirúrgica com cloridrato de tramadol. A fluidoterapia foi realizada de acordo com o percentual de desidratação de cada animal (taxa de reposição volêmica de 20mL/kg/hora e taxa da manutenção hídrica de 60mL/kg/dia), permanecendo até 48 horas após a cirurgia.

As cadelas foram pré-medicadas com cloridrato de tramadol (4mg/kg/EV). A indução anestésica foi realizada com propofol 1% (5mg/kg/EV), e, após a intubação oro-traqueal, a anestesia foi mantida com isoflurano, em sistema circular semifechado para cães maiores que 7kg e sistema de não reinalação Rees-Baraka para cães menores que 7kg. O protocolo escolhido objetivou interferir o mínimo possível nos equilíbrios ácido-base e eletrólítico.

Para realização da hemogasometria, houve punção da veia jugular, e três gotas de sangue venoso foram utilizadas. A hemogasometria foi realizada em oito tempos (T0 – momento do diagnóstico e internação; T1 – após a reposição hídrica das cadelas desidratadas; T2 – uma a duas horas após a manutenção hídrica e imediatamente antes da medicação pré-anestésica e da cirurgia; T3 – 12 horas após a cirurgia; T4 – 24 horas após a cirurgia; T5 – 48 horas após a cirurgia; T6 – 10 dias após a cirurgia; T7 – 60 dias após a cirurgia). Foi estabelecido um intervalo de 12 horas após o procedimento cirúrgico, para que as avaliações pós-operatórias não apresentassem interferência da anestesia. Utilizou-se aparelho analisador de gases sanguíneos portátil I Stat e Cartucho EC8+. Foram avaliados pH, PCO₂, HCO₃⁻, Na⁺, K⁺, Cl⁻, BE e ânion gap.

Algumas cadelas estavam no momento da primeira avaliação (T0) e não apresentavam sinais clínicos de desidratação, portanto não se submeteram à reposição volêmica (correção do déficit hídrico); por conseguinte, não houve o tempo de avaliação T1 nesses animais.

Para classificação e interpretação dos distúrbios de ácido-base, utilizaram-se critérios estabelecidos por DiBartola (2012). Observaram-se inicialmente os valores do pH, da pressão de dióxido de carbono (PCO₂) e do bicarbonato (HCO₃⁻) (Tab. 1), em relação aos valores de referência já estabelecidos, conforme descrito na Tab. 2.

No presente estudo, utilizou-se um delineamento inteiramente ao acaso, sendo os tratamentos referentes aos tempos de avaliação (T0 a T7). Os animais foram incluídos no estudo de forma aleatória, e cada um representou uma unidade experimental. As respostas com distribuição normal e homogênea de probabilidades foram submetidas à análise de variância e ao teste de Duncan. As respostas que não atenderam aos critérios de normalidade e homocedasticidade foram analisadas pelo teste de Kruskal-Wallis. Diferenças foram consideradas significativas quando P<0,05.

Tabela 1. Classificação dos distúrbios de equilíbrio ácido-base

Distúrbio ácido-base	pH	Resposta primária	Resposta compensatória
Acidose metabólica	↓	↓ HCO ₃ ⁻	↓ PCO ₂
Alcalose metabólica	↑	↑ HCO ₃ ⁻	↑ PCO ₂
Acidose respiratória	↓	↑ PCO ₂	↑ HCO ₃ ⁻
Alcalose respiratória	↑	↓ PCO ₂	↓ HCO ₃ ⁻

Fonte: Adaptado de DiBartola (2012).

Tabela 2. Valores de referência de gasometria do sangue venoso na espécie canina

Variáveis	Unidade	Venoso
pH		7,397 (7,351- 7,443)
PCO ₂	mmHg	37,4 (33,6- 41,2)
HCO ₃ ⁻	Mmol/L	22,5 (20,8- 24,2)
Na ⁺	mEq/L	145 (140 a 155)
K ⁺	mEq/L	4 (3,7 a 5,5)
Cl ⁻	mEq/L	110 (105 a 120)

Fonte: DiBartola (2012).

Tabela 3. Frequência absoluta (FA) e frequência relativa (FR) de animais com distúrbios de equilíbrio ácido-base nos diferentes tempos de avaliação em 20 cadelas com piometra

Tempo	Acidose metabólica		Alcalose metabólica		Acidose respiratória		Alcalose respiratória		Outros (misto)	
	FA	FR (%)	FA	FR (%)	FA	FR (%)	FA	FR (%)	FA	FR (%)
T0	4	20	3	15	0	0	10	50	0	0
T1	0	0	2	14,3	0	0	3	21,4	1	7,1
T2	0	0	4	21	0	0	8	42,1	0	0
T3	2	10	4	20	3	15	3	15	0	0
T4	1	5	2	10	2	10	4	20	1	5
T5	1	5	4	20	2	10	2	10	0	0
T6	2	10	2	10	5	25	3	15	0	0
T7	1	5,8	3	17,6	4	23,5	1	5,8	0	0

Após o início do tratamento, a reposição e a manutenção hídrica com solução Ringer lactato, observou-se, respectivamente, nos tempos T1 e T2, redução no número de animais com *alcalose respiratória* (de 50% no T0 para 42,1% no T2) e no número de animais com *acidose metabólica* (de 20% no T0 para zero no T2). Destaca-se que, no T1, foi observado um animal (7,1%) com distúrbio misto, caracterizado por *alcalose metabólica* e *acidose respiratória* (Tab. 1). Esse tipo de distúrbio misto tende a neutralizar o pH, pois as alterações levam o pH para lados opostos, podendo mantê-lo dentro da normalidade, como foi observado neste estudo. Pode ocorrer devido à presença de êmese, que leva à perda de ácidos,

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No momento do diagnóstico (T0), 17 cadelas (85%) apresentavam diferentes distúrbios de equilíbrio ácido-base, e a *alcalose respiratória* foi a mais frequente, ocorrendo em 10 animais (50%). Esta alteração pode ser justificada pela presença de endotoxinas que estimulam o centro respiratório e levam à hiperventilação (Mastrocinque, 2002). Foram ainda observados, no T0, quatro animais (20%) com *acidose metabólica* e três (15%) com *alcalose metabólica* (Tab. 3).

A *acidose metabólica* pode ser justificada pelo acúmulo de ácido láctico devido à desidratação, pelas perdas de HCO₃⁻ decorrentes de diarreia e pelo jejum prolongado. Pode ocorrer também por falhas renais, que levam a uma menor capacidade de retenção de HCO₃⁻ ou de excreção de H⁺. Já a *alcalose metabólica* provavelmente ocorreu devido à perda de ácido clorídrico (HCl) decorrente de êmese, ou à maior excreção de ácidos pelos rins (Etges, 2005).

associada à distensão uterina e compressão do diafragma, o que compromete o sistema respiratório e causa hipoventilação (Moraes e Leisewitz, 2012). Esse distúrbio misto pode ainda ocorrer em casos de êmese associada com desidratação, diarreia ou alterações renais (DiBartola, 2012), o que também foi observado nesse animal.

No T2, houve um discreto aumento das cadelas com *alcalose metabólica* (de 15% para 21%). Essa alteração pode ser justificada pela terapia de reposição hídrica administrada aos animais desidratados no T1 e pela manutenção hídrica administrada a todos os animais no T2. Assim,

observou-se que as cadelas com *acidose metabólica* no T0 (20%), após a instituição da terapia hídrica, passaram a não apresentar nenhum distúrbio, o que provavelmente ocorreu em resposta à utilização da solução Ringer lactato, que tem propriedades alcalinizantes, além de melhorar a perfusão tecidual, diminuindo a acidose láctica e contribuindo para a normalização do pH (DiBartola, 2012). Porém, o mesmo fato não ocorreu com os demais distúrbios observados neste estudo.

Embora a terapia de reposição (T1) e/ou a de manutenção hídrica (T2) não tenham corrigido a *alcalose respiratória*, observou-se tendência à normalização nos parâmetros pH, PCO_2 e HCO_3^- dos animais, o que refletiu na melhora do distúrbio e na diminuição no número de animais que apresentavam *alcalose respiratória* (redução de 50% no T0 para 42,1%). Destaca-se que a fluidoterapia não é suficiente no tratamento, havendo, portanto, necessidade de combater as causas primárias (DiBartola, 2012).

O discreto aumento de animais com *alcalose metabólica* no T2 em relação ao T0 provavelmente ocorreu devido à fluidoterapia com solução Ringer lactato, que tem características alcalinizantes e é indicada sobretudo para a correção de *acidose metabólica*. Naqueles animais com *alcalose metabólica*, o mais indicado são fluidos com características acidificantes, como solução salina (NaCl 0,45% ou 0,9%) ou solução Ringer simples, que combatem a alcalose (Balbinot, 2007; Ribeiro Filho et al., 2008; DiBartola, 2012).

No T3 (12 horas após a cirurgia), a frequência de animais com *alcalose respiratória* se reduziu ainda mais (três animais – 15%) (Tab. 1). Essa redução possivelmente ocorreu em razão da remoção cirúrgica do útero contaminado, que era o principal causador desse distúrbio devido à presença de endotoxinas que estimulam o centro respiratório e levam à hiperventilação (Mastrocinque, 2002).

Contudo, ainda no T3, dois animais (10%) passaram a apresentar *acidose metabólica*, quatro animais (20%) ainda apresentavam *alcalose metabólica* e três animais (15%) desenvolveram *acidose respiratória* nesse tempo.

A *acidose metabólica* provavelmente ocorreu nesse tempo (T3) para compensar a alcalose respiratória. Durante essa compensação, a excreção renal de ácidos diminui com consequente redução do HCO_3^- plasmático e aumento das concentrações plasmáticas de Cl. Quando o estímulo para a hiperventilação é removido, a PCO_2 aumenta e o pH diminui, pois é necessário um a três dias para que os rins aumentem a excreção de ácido e levem ao aumento da concentração de HCO_3^- no plasma. Assim, até que isso ocorra, um estado de *acidose metabólica* "pós-hipocapnia" pode ocorrer (DiBartola, 2012).

Já a ocorrência de animais com *acidose respiratória* 12 horas após a cirurgia (T3) provavelmente se deu devido aos procedimentos cirúrgico e anestésico, que levaram à depressão do centro respiratório e do sistema nervoso central pela administração de anestésicos. Além disso, também pode ocorrer aumento de inalação de CO_2 em razão do sistema de anestesia utilizado (Etges, 2005).

No T4 (24 horas após a cirurgia), foram observados quatro animais (20%) com *alcalose respiratória*, um (5%) com *acidose metabólica*, dois (10%) com *alcalose metabólica* e dois (10%) com *acidose respiratória*. Nesse tempo, um animal (5%) ainda apresentou distúrbio misto, caracterizado por *alcalose metabólica* e *alcalose respiratória*. Esse tipo de distúrbio misto tem efeito aditivo no pH, causando alteração significativa em seu valor, e esta pode ser justificada pelo fato de as endotoxinas atuarem no centro respiratório no SNC, levando à hiperventilação associada à presença de êmese, que provoca perda de ácidos, ou ainda por hipoproteinemia (DiBartola, 2012), que também foi observada no presente estudo.

No T5 (48 horas após a cirurgia), observaram-se dois animais (10%) com *alcalose respiratória*, um (5%) com *acidose metabólica*, quatro (20%) com *alcalose metabólica* e dois (10%) com *acidose respiratória*.

Dez dias após a cirurgia (T6), das 12 cadelas com algum distúrbio ácido-base, três (15%) apresentavam *alcalose respiratória*, duas (10%) *acidose metabólica*, duas *alcalose metabólica* e

cinco (25%) *acidose respiratória*. Dessas 12 cadelas citadas, 11 ainda apresentavam anemia discreta a moderada nesse tempo, o que poderia justificar as alterações, uma vez que a hemoglobina é um dos principais sistemas tampão do organismo. Além disso, as duas cadelas com acidose metabólica também apresentavam aumento de creatinina, o que pode indicar alteração renal e causar alterações do equilíbrio ácido-base.

Sessenta dias após a cirurgia (T7), todos os animais estavam clinicamente hígidos, e os exames laboratoriais apresentavam-se normais. Discretas alterações do equilíbrio ácido-base nesse tempo foram observadas em nove animais, não havendo uma justificativa, uma vez que os animais já não apresentavam um quadro endotoxêmico e alterações clínicas e laboratoriais decorrentes da piometra. Assim, no T7, observou-se: um animal (5,8%) com *alcalose respiratória*, um animal (5,8%) com *acidose metabólica*, três (17,6%) com *alcalose metabólica* e quatro (23,5%) com *acidose respiratória*. Ressalta-se que a avaliação dos distúrbios de equilíbrio ácido-base deve sempre ser realizada com a análise clínica do animal.

Existe uma divergência na literatura sobre qual distúrbio ácido-base é mais prevalente em cadelas com piometra. Segundo Feldman (2007), a *alcalose respiratória* é o mais comumente observado, embora a *acidose metabólica* seja o distúrbio considerado mais importante por ocorrer em quadros mais graves da doença, quando se instalam hipovolemia e sepse, como nos casos de piometra fechada. De acordo com Pretzer (2008), a *acidose metabólica* é um achado comum na piometra, cuja importância e frequência devem ser ressaltadas. Ponce *et al.* (2009) evidenciaram a *acidose metabólica* como o distúrbio mais frequente (56%) em um estudo retrospectivo, em que apenas uma cadela apresentou *alcalose metabólica*. Ainda, foi relatado por Johnston *et al.* (2001) que o distúrbio mais comum em cadelas com piometra é a *acidose metabólica*. No entanto, embora este

distúrbio tenha sido evidenciado em vários momentos no presente estudo, o distúrbio mais comum foi a *alcalose respiratória*. Johnston *et al.* (2001) também destacaram que a *alcalose respiratória* e a *acidose respiratória* podem ocorrer, distúrbios estes observados no presente estudo. A *alcalose respiratória* foi relatada por Mastrocinque (2002) como o distúrbio mais frequente em decorrência da sepse e da endotoxemia que atuam no centro respiratório e, conseqüentemente, levam à hiperventilação. Este autor também relatou a ocorrência de *acidose metabólica*, que indica maior gravidade da doença e um pior prognóstico. O mesmo fato foi observado por Borresen (1984), que, ao avaliar 119 cadelas com piometra, evidenciou *alcalose respiratória* com compensação metabólica na maioria delas. Ainda, relatou que os pacientes com *acidose metabólica* apresentaram uma condição mais grave. Assim como relatado por Borresen (1984) e Mastrocinque (2002), a *alcalose respiratória* foi o distúrbio de equilíbrio ácido-base mais frequente neste estudo, contudo, ao longo dos tempos de avaliação, foram observados todos os distúrbios primários, além de dois distúrbios mistos.

Em relação aos eletrólitos, os valores médios do sódio (Na^+), potássio (K^+), cloreto (Cl^-) e bicarbonato (HCO_3^-) ao longo dos tempos de avaliação estavam normais, considerando-se os valores de referência para a espécie canina (Tab. 4).

Em relação ao sódio (Na^+), na avaliação individual, foi observada *hiponatremia* em dois animais nos tempos T0 (10%), T1 (14,2%) e T2 (10%) e em apenas um animal no T3 (5%). Ainda foi observado um animal (5%) apresentando um discreto aumento de Na^+ apenas no T5. Considerando-se os 20 animais, foi observado, no T0, menor valor médio ($145,1 \pm 6,1$) em relação ao T4 ($148,9 \pm 3,1$) e ao T5 ($148,6 \pm 2,9$), havendo diferença significativa (Tab. 2).

Tabela 4. Média e desvio-padrão dos eletrólitos mensurados em cadelas com piometra, nos diferentes tempos de avaliação

	Eletrólitos							
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Na ⁺	145,1±6,1B	146±6,4AB	145,9±5,5AB	147,3±4,3AB	148,9±3,1A	148,6±2,9A	147,3±2,1AB	148,1±1,7AB
K ⁺	3,9±0,7BC	3,9±0,6BC	3,7±0,5C	3,7±0,4C	3,9±0,5BC	4,1±0,4AB	4,4±0,4A	4,2±0,4AB
Cl ⁻	113,3±4,4AB	109,6±10,5A	113,6±4,6AB	113,1±7,1AB	114±6,5B	114,2±2,3AB	114,4±2,4B	114±2,9AB
HCO ₃ ⁻	22,6±9,3A	24,7±9,0A	23,5±7,4A	23,9±8,7A	23,5±4,7A	23,1±1,8A	22,3±2,2A	23,5±2,1A

Valores seguidos de letras distintas apresentam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan ou pelo teste de Kruskal-Wallis. Valores de referência para a espécie canina: Na⁺: 145 (140 - 155mEq/L); K⁺: 4 (3,7 - 5,5mEq/L); Cl⁻: 110 (105 - 120mEq/L); HCO₃⁻: 22,5 (20,8 - 24,2mmol/L).

Segundo DiBartola (2012), a *hiponatremia* pode ocorrer na desidratação hipotônica ou pela presença de êmese e diarreia, condições que foram observadas em alguns animais no presente estudo. Ainda, pode ocorrer devido à diurese prolongada com administração de fluido pobre em Na⁺, bem como na poliúria e na polidipsia (Stockam e Scott, 2011; DiBartola, 2012), o que também foi observado no presente estudo. Ao avaliarem sódio e potássio em cães com choque séptico, Brandão *et al.* (1999) evidenciaram *hiponatremia* em 62% dos animais, contudo não consideraram grave, uma vez que os valores estavam próximos do limite inferior de normalidade. Relataram ainda que, mesmo após duas horas de fluidoterapia com Ringer lactato, os animais continuavam apresentando *hiponatremia*, de modo que a fluidoterapia não foi suficiente para a correção desse desequilíbrio. Destaca-se que essa alteração também foi observada no presente estudo, pois dois animais com *hiponatremia* no T0 continuaram apresentando essa condição no T1 e no T2, tempos referentes à reposição e à manutenção hídrica, respectivamente.

O Ringer lactato é a solução que mais se aproxima do plasma em relação à sua composição, entretanto a quantidade de Na⁺ (130 mEq/L) é inferior à sua quantidade no plasma (140mEq/L), sendo provavelmente por essa razão que a fluidoterapia não foi suficiente para a correção da *hiponatremia* (DiBartola e Bateman, 2012).

Com relação ao potássio (K⁺), na avaliação individual, *hipocalemia* foi evidenciada em seis animais (30%) no T0; em quatro animais (28,5%) no T1; em nove animais (45%) no T2 e no T3; em cinco animais (25%) no T4; em dois animais (10%) no T5 e apenas em um animal

(5,8%) no T7. Não se observou *hipocalemia* no T6.

Considerando-se os 20 animais, foi observada diferença nos valores médios do K⁺ do T6, que apresentou o maior valor médio (4,4±0,4) em relação aos T0, T1, T2, T3 e T4.

A *hipocalemia* pode ser justificada pela anorexia e também pelas perdas gastrintestinais devido à êmese e à diarreia em alguns animais. Pode ocorrer também pela alcalose metabólica, levando a um deslocamento de K⁺ do fluido extracelular para o intracelular. Ainda, pode ocorrer devido à perda urinária de K⁺, pela ação das toxinas nos túbulos coletores renais que interferem na capacidade de concentração da urina. A ação das toxinas pode estimular a bomba de Na⁺/K⁺ ATPase, que retira o K⁺ do fluido extracelular (FEC) e o desloca para as fibras musculares, o que também pode ter corroborado para a *hipocalemia* (Stockam e Scott, 2011; DiBartola, 2012).

A *hipercalemia* foi observada em apenas um animal (5%) no T0 e pode ter ocorrido devido à hemoconcentração decorrente da desidratação, uma vez que esse animal não apresentava nenhum distúrbio de equilíbrio ácido-base e, após a reposição e manutenção hídrica, não apresentou mais essa alteração nos demais tempos.

Brandão *et al.* (1999) observaram, em cães com choque séptico, uma prevalência de 74,2% de animais com *hipocalemia* e consideraram esse distúrbio o mais frequente em casos de sepse. Os autores também observaram que, após duas horas de fluidoterapia com Ringer lactato, todos os animais ainda apresentavam esse distúrbio, o que foi, igualmente, evidenciado neste estudo. A fluidoterapia não foi suficiente para a correção

da *hipocalemia* e acabou intensificando esse distúrbio, provavelmente devido ao efeito diluidor, elevando o número de animais no T2 e no T3. A fluidoterapia não corrigiu a *hipocalemia* devido ao fato de a solução de Ringer lactato conter apenas 4mEq/L de potássio em sua composição, não fornecendo K^+ suficiente para as necessidades de manutenção para a maioria dos animais, a qual deveria conter de 15 a 30mEq/L (DiBartola, 2012).

Ferreira (2006) também observou hipocalemia e hipercalemia em 16 (12,2%) e oito animais (6%), respectivamente, assim como foi observado no presente estudo em seis animais (30%) com hipocalemia e em um animal (5%) com hipercalemia. Segundo Hedlund (2005), a hipercalemia é uma alteração comum em cadelas com piometra. Essa alteração só foi evidenciada em um animal, sendo a hipocalemia a alteração mais frequentemente observada no presente estudo.

Na avaliação individual do Cl^- , foi observada *hipocloremia* em apenas um animal, que permaneceu com essa alteração nos tempos T0, T1, T2, T3 e T4 e apresentou *alcalose metabólica* em quase todos os tempos de avaliação. Considerando-se os 20 animais, foi observada diferença no T1, que apresentou o menor valor médio ($109,64 \pm 10,54$) em relação ao T4 e ao T6.

O cloreto, segundo DiBartola (2012), é o principal ânion do fluido extracelular e tem um papel fundamental não apenas para manter a osmolaridade, mas também por participar de forma ativa no equilíbrio ácido-base, atuando de modo inversamente proporcional com o bicarbonato. Assim, quando ocorre aumento nos níveis do bicarbonato, como na *alcalose metabólica*, os níveis de Cl^- diminuem, para manter a eletroneutralidade, o que foi observado no presente estudo. Além disso, distúrbios que levam à desidratação hiponatrêmica (perdas gastrintestinais, urinárias) tendem a causar *hipocloremia* (Stockam e Scott, 2011).

Com relação ao HCO_3^- , considerando-se os 20 animais, embora não tenha havido diferença entre os tempos estudados, nas avaliações

individuais foram encontradas alterações nos valores de HCO_3^- em todos os tempos. Houve predomínio de animais com redução dos valores de HCO_3^- nos seguintes tempos: T0 (11 animais – 55%); T2 (seis animais – 30%); T3 (sete animais – 35%) e T6 (cinco animais – 25%). Porém, foi observado, ao longo dos tempos de avaliação, um aumento do número de animais com HCO_3^- elevado: T5 (cinco animais – 25%) e T7 (cinco animais – 29,4%). No T1, o número de animais apresentando redução ou elevação do HCO_3^- foram iguais (três animais – 21,4%), assim como no T4, que apresentou cinco animais (25%) com redução e cinco (25%) com elevação do HCO_3^- .

Mudanças nos valores do HCO_3^- indicam alterações no parâmetro metabólico. No organismo, o bicarbonato é o principal sistema tampão para manter o pH sanguíneo dentro da normalidade. Ele é produzido a partir da água e de CO_2 em células que possuem anidrase carbônica e que estão presentes nos pulmões, na mucosa gástrica, nos rins e nos eritrócitos. O aumento do HCO_3^- pode ser decorrente da perda gástrica de H^+ pela êmese ou por perda renal de H^+ (Stockam e Scott, 2011; DiBartola, 2012). A diminuição do HCO_3^- quase sempre está associada à *acidose metabólica*, ainda que primária, ou à compensação de uma *alcalose respiratória* (Stockam e Scott, 2011).

CONCLUSÕES

Os principais distúrbios de equilíbrio ácido-base observados nas cadelas com piometra foram alcalose respiratória, acidose metabólica e alcalose metabólica. Contudo, ao longo dos tempos de avaliação, foram observados todos os distúrbios de equilíbrio ácido-base primários e ainda distúrbios mistos. A terapia hídrica com solução Ringer lactato no pré-cirúrgico foi efetiva apenas na correção da acidose metabólica pelo seu efeito alcalinizante, entretanto não corrigiu a alcalose metabólica nem os distúrbios eletrolíticos e apenas proporcionou melhora na alcalose respiratória.

REFERÊNCIAS

- BALBINOT, P.Z. *Avaliação de soluções eletrolíticas comerciais administradas por via intravenosa em cães desidratados experimentalmente por restrição e poliúria*. 2007. 70f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- BORRESEN, B. Pyometra in the dog: a pathophysiological investigation. VI. Acid-base status and serum electrolytes. *Nord. Vet. Med.*, v.33, p.1-12, 1984.
- BRANDÃO, L.P., HAGIWARA, M.K., KOGIKA, M.M. et al. Variações dos níveis séricos de sódio, potássio e glicose de cães com choque séptico. *Ciênc. Rural*. v.29, p.675-679, 1999.
- DIBARTOLA, S.P. Acid-base disorders. In: DIBARTOLA, S.P. *Fluid, electrolyte, and acid-base disorders in small animal practice*. 4.ed. St. Louis: Elsevier, 2012. p.217-295.
- DIBARTOLA, S.P., BATEMA, N.S. Introduction to fluid therapy. In: DIBARTOLA, S.P. *Fluid, electrolyte, and acid-base disorders in small animal practice*. 4.ed. St. Louis: Elsevier, 2012. p.331-350.
- ETGES, R.N. *Terapêuticas das alterações dos equilíbrios ácido-básicos*. 2005. 9f. Seminário (Pós-Graduação em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.
- FELDMAN, E.C. O complexo hiperplasia endometrial cística/piometra e infertilidade em cadelas. In: ETTINGER, S.J.; FELDMAN, E.C. *Tratado de medicina interna veterinária : doenças do cão e do gato*. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p.1632-1649.
- FERREIRA, P.C.C. *Avaliação da hemodiafiltração no período peri-operatório da ovariopneumectomia, em cadelas com piometra e refratárias ao tratamento conservador da insuficiência renal aguda*. 2006. 176f. Tese (Doutorado Clínica Cirúrgica Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- GUYTON, A.C.; HALL, J.E. Regulação do equilíbrio ácido-base. In: GUYTON, A.C. *Tratado de fisiologia médica*. 9.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. p.286-296.
- HEDLUND, C.S. Cirurgia dos sistemas reprodutivo e genital. In: FOSSUM, T.W. *Cirurgia de pequenos animais*. 3.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. p.702-774.
- JOHNSTON, S.D.; KUSTRITS, M.V.R.; OLSON, P.N.S. Disorders of canine uterus and uterine tubes. In: JOHNSTON, S.D.; KUSTRITS, M.V.R.; OLSON, P.N.S. *Canine and feline theriogenology*. Philadelphia: Saunders, 2001. p.206-224.
- LUNA, S.P.L. Equilíbrio ácido-básico. In: FANTONI, D.T.; CORTOPASSI, S.R.G. *Anestesia em cães e gatos*. São Paulo: Roca, 2002. p.120-129.
- MASTROCINQUE, S. Anestesia em ginecologia e obstetrícia. In: FANTONI, D.T.; CORTOPASSI, S.R.G. *Anestesia em cães e gatos*. São Paulo: Roca, 2002. p.231-238.
- MORAIS, H.A.; LEISEWITZ, A.L. Mixed acid-base disorders. In: DIBARTOLA, S.P. *Fluid, electrolyte, and acid-base disorders in small animal practice*. 4.ed. St. Louis: Elsevier, 2012. p.331-350.
- PONCE, F.G.; RODRIGUES, T.N.A.; SANTOS, T. et al. Acid-base abnormalities in dogs with pyometra: a retrospective study. In: ANNUAL WORLD SMALL ANIMAL VETERINARY ASSOCIATION CONGRESS, 34., 2009, São Paulo *Proceedings...* São Paulo: WSAVA, 2009. p.122.
- PRETZER, S.D. Clinical presentation of canine pyometra and mucometra: a review. *Theriogenology*. v.70, p.359-363, 2008.
- RIBEIRO FILHO, J.D., BALBINOT, P.Z., VIANA, J.A. et al. Hemogasometria em cães com desidratação experimental tratados com soluções eletrolíticas comerciais administradas por via intravenosa. *Ciênc. Rural*, v.38, p.1914-1919, 2008.
- STOCKHAM, S.L.; SCOTT, M.A. Gases sanguíneos, pH sanguíneo e diferença de íons fortes. In: STOCKHAM, S.L.; SCOTT, M.A. *Fundamentos de patologia clínica veterinária*. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2011.