



GUIA PRÁTICO PARA INTERPRETAÇÃO DE HEMOGASOMETRIA

MV Sibebe Konno - Diretora Técnica Pet Care

INTRODUÇÃO

Os distúrbios ácido básicos e eletrolíticos são muito comuns na rotina do médico veterinário e assim, percebemos que as hemogasometrias são muito úteis para o diagnóstico e tomadas de decisões de nossos pacientes. Os aparelhos de gasometria mensuram o pH, pressão parcial de oxigênio (PO₂) e de dióxido de carbono (PCO₂), bicarbonato (HCO₃), além de eletrólitos e alguns metabólitos, como glicose e lactato.

As hemogasometrias são realizadas com amostras sanguíneas, tanto venosas quanto arteriais, sendo a última considerada o “gold standard” para distúrbios respiratórios.

Podemos indicar a realização de hemogasometria para o acompanhamento e direcionamento de diversos quadros clínicos, nos auxiliando a realizar uma análise completa do paciente e dessa forma otimizando as condutas terapêuticas instituídas. Alguns principais exemplos de pacientes que podem se beneficiar da realização da hemogasometria são: animais que apresentam distúrbios metabólicos ou eletrolíticos (ex: doentes renais ou endocrinopatas), acompanhamento de casos graves como sepse, disfunção de órgãos, traumas e doenças respiratórias, além de nos possibilitar a avaliação das respostas fisiológicas de compensação destas desordens.

Na maioria das vezes, estes pacientes encontram-se internados e assim, a gasometria torna-se um importante instrumento para avaliação destes animais e da mudança de conduta necessária, pois as alterações metabólicas encontradas, podem levar a alterações na função cardiovascular, “status” neurológico, função respiratória e até na resposta terapêutica de algumas

medicações.

Através da avaliação do equilíbrio ácido básico e eletrolítico do paciente, podemos entender o processo patofisiológico, guiar a ressuscitação volêmica e avaliação da resposta à fluidoterapia. A função respiratória, isto é, especificamente a habilidade do paciente oxigenar e ventilar, podem ser avaliadas pela gasometria. Nem sempre a cianose ou a frequência respiratória se traduzem em hipoxemia, sendo a PO₂ mensurada em sangue arterial, o parâmetro mais fidedigno. A ventilação pode ser avaliada pela PCO₂, tanto no sangue venoso quanto no arterial.

Definida a importância e principais usos da hemogasometria, o segundo passo é a interpretação.

O QUE PRECISO SABER?

Todos os pacientes com alterações das funções metabólicas, do balanço hidroeletrolítico e que apresentam suspeita de distúrbios de oxigenação ou ventilação são candidatos a realizar a hemogasometria. Os primeiros parâmetros a serem analisados seguem abaixo.

pH

O pH é definido como o logaritmo negativo da concentração do íon hidrogênio [H⁺] em moles/litro e é utilizado para determinar a acidez ou alcalinidade de uma solução. Sendo assim, o pH é o valor que indica qual o status ácido básico do paciente. Os valores normais variam entre 7,35 a 7,45. Abaixo de 7,35 consideramos o paciente em acidemia, e acima de 7,45 em alcalemia.

Definir o pH é o primeiro passo para a identificação do distúrbio ácido básico do paciente.

Consideramos acidose o processo patofisiológico que em há acúmulo de ácidos no organismo e a alcalose o oposto, quando há o excesso de bases e algumas vezes não observamos mudanças no pH em si.

Após definir-se qual o quadro principal, devemos buscar a origem do distúrbio. Na interpretação pelo método clássico, observamos se a alcalose ou acidose é de origem metabólica ou respiratória.

O que isso significa? Que consideramos acidose metabólica, um paciente com o pH e HCO_3 diminuídos e acidose respiratória quando o pH está diminuído e o pCO_2 está aumentado e alcalose metabólica quando o pH e o HCO_3 encontram-se aumentados e alcalose respiratória, pH aumentado e pCO_2 diminuído. Confuso? Ao seguir os passos que descrevemos a seguir, fica mais claro.

pCO₂

Trata-se do próximo parâmetro que deve ser considerado. O dióxido de carbono age como um ácido pois ao reagir com a água, produz ácido carbônico. De maneira simples, as células produzem CO_2 como metabólito que é carregado até os pulmões para ser expirado. A troca gasosa ocorre no tecido pulmonar e então o O_2 passa para a corrente sanguínea e o CO_2 é expirado. Um paciente em hipoventilação terá um aumento de CO_2 , apesar de não ser a única razão é um dos principais fatores. Doenças pulmonares primárias que dificultam ou bloqueiam a hematose podem levar ao aumento do gás carbônico, o que inclui as pneumonias, insuficiência cardíaca congestiva, asma e “shunt” pulmonar (relação ventilação/perfusão pulmonar alterada, onde a ventilação é menor que a perfusão). A acidose respiratória pode ser uma compensação da alcalose metabólica, pois como o bicarbonato aumenta, o organismo tenta compensar elevando o pCO_2 . Para cada incremento de 1mmol/L de HCO_3 , o pCO_2 deve aumentar em 0,7mmHg (Tabela 2).

HCO₃

O bicarbonato é calculado pelo analisador de gases e significa o resultado de muitos processos metabólicos que podem alterar os íons H^+ , sendo considerado em conjunto com o dióxido de carbono, o sistema tampão mais importante do organismo.

Em contrapartida, quando em excesso, resulta em quadros de alcalose. Porém, o bicarbonato pode se alterar facilmente com as mudanças de pCO_2 e pode não refletir o componente metabólico das alterações respiratórias. Por esse motivo, é recomendado sua análise em conjunto com o parâmetro excesso de base, mais conhecido como BE.

BE

O excesso de bases (BE) é o resultado da soma de todas as bases presentes no organismo. É um parâmetro útil na avaliação de distúrbios metabólicos, pois quando aumentado, se relaciona com quadros de alcalose e quando diminuído (déficit de base), se relaciona com quadros de acidose. Por ser um parâmetro que independe de mudanças da pCO_2 , nos auxilia na avaliação de distúrbios mistos e não dependentes de bicarbonato.

ANION GAP

É o resultado da diferença entre os cátions e ânions presentes no sangue. É um parâmetro utilizado para entender o tipo de acidose metabólica (normoclorêmica ou hiperclorêmica) e nos ajuda a guiar a suplementação de bicarbonato, quando necessário.

LACTATO

O lactato é sintetizado do piruvato e pode se juntar a um íon hidrogênio formando o ácido láctico. Em casos de pH normal, o ácido láctico é dissociado completamente. Ainda assim, o ácido láctico tem um efeito acidificante no plasma. Existem 2 tipos de lactato, o tipo A e o B. O tipo A é o resultante da baixa perfusão tecidual ou hipóxia, em que o ácido láctico se forma nas situações de baixa oxigenação ou de alta demanda de oxigênio, como convulsões, intermação (heat stroke) ou exercícios. A acidose láctica tipo B ocorre em situações de função mitocondrial anormal, que podem ocorrer em casos de falências renal ou hepática, sepse, intoxicações, Diabetes mellitus e hipoglicemia. Um aumento persistente do lactato é um fator prognóstico negativo, pois os níveis de lactato devem retornar ao normal após o metabolismo aeróbico ser reestabelecido.

OS 4 PASSOS PARA INTERPRETAÇÃO

Para a interpretação de uma hemogasometria, utilizamos esses quatro passos descritos a seguir. Tratam-se das principais observações que devem ser levadas em consideração num exame. Não podemos esquecer que os números servem para nos guiar no quadro clínico de um animal, portanto, devemos sempre ter informações como: tipo de amostra, local e hora de coleta, espécie, idade, estado geral, quadro clínico geral, suplementação de oxigênio e suspeita principal.

PASSO 1: Definir se existe um desbalanço ácido básico

Em primeiro lugar, devemos olhar o pH a fim de determinar se existe um distúrbio ácido básico. O pH está dentro da faixa de normalidade? Dependendo do valor observado do pH, nomeamos de acidose ($\text{pH} < 7,35$) ou de alcalose ($\text{pH} > 7,45$) o distúrbio observado. Algumas vezes, mesmo com o pH na faixa de normalidade, temos algum desequilíbrio que pode estar mascarado, por isso, a interpretação da gasometria não deve se resumir a somente verificar o pH.

PASSO 2: Definir o distúrbio primário

Para definir o distúrbio primário é necessário verificar os valores de pCO_2 , HCO_3 e BE. Se o pCO_2 está elevado com o bicarbonato normal, temos um distúrbio respiratório. No caso de bicarbonato baixo e pCO_2 normal, então estamos diante de um distúrbio metabólico primário.

DISTÚRBIO	METABÓLICO	RESPIRATÓRIO
ALCALOSE	BE OU $\text{HCO}_3 \uparrow$	$\text{PaCO}_2 \downarrow$
ACIDOSE	BE OU $\text{HCO}_3 \downarrow$	$\text{PaCO}_2 \uparrow$

Tabela 1. Classificação de distúrbios ácido-básicos

PASSO 3: Existe uma resposta compensatória adequada?

Depois de determinar o distúrbio ácido básico e primário, devemos avaliar os valores de pCO_2 , HCO_3 e BE em conjunto, além de levar em consideração o quadro clínico. O organismo frente a uma alteração de pH, utiliza os sistemas tampões e respiração para equalizar o pH. A primeira resposta é a respiratória, pois ao controlar a quantidade de gás carbônico retido ou liberado, o pH pode ser desviado, e isto ocorre em minutos ou horas. A resposta metabólica demora de horas até 4-5 dias para alterar o pH, utilizando os sistemas tampões, principalmente nos rins.

Assim, se o pCO_2 e o bicarbonatos estiverem elevados e o pH normal, o mais provável é de uma acidose respiratória primária com compensação metabólica. No caso de pH normal, com ambos pCO_2 e bicarbonato abaixo do normal, podemos determinar que o distúrbio primário é uma alcalose metabólica primária com compensação respiratória. Geralmente, as mudanças nos componentes respiratórios ou metabólicos do status ácido básico irão induzir uma resposta oposta e compensatória para fazer com que o pH retorne ao normal. A ausência ou presença e o grau de compensação para os distúrbios respiratórios podem indicar a cronicidade do quadro.

Os distúrbios mistos são caracterizados por quadros de desequilíbrio ácido básico em que a resposta compensatória não é a esperada, por exemplo, se uma acidose metabólica não é acompanhada por uma alcalose respiratória compensatória (CO_2 normal ou aumentado), temos um distúrbio misto em que ocorre uma acidose metabólica e respiratória.

Importante lembrar que não existe uma super compensação do organismo frente a um distúrbio ácido básico. O sistema tampão e a respiração conseguem compensar as alterações de equilíbrio ácido básico até um certo limite.

Distúrbio	Mudança Primária	Resposta Compensatória
Acidose metabólica	↓ HCO ₃	↓ pCO ₂ 0,7mmHg para cada ↓ de 1mmol/L HCO ₃
Alcalose Metabólica	↑ HCO ₃	↑ pCO ₂ 0,7mmHg para cada ↑ de 1mmol/L HCO ₃
Acidose Respiratória Aguda	↑ pCO ₂	↑ 1,5mmol/L de HCO ₃ para cada ↑ de 10mmHg de pCO ₂
Acidose Respiratória Crônica	↑ pCO ₂	↑ 3,5mmol/L de HCO ₃ para cada ↑ de 10mmHg de pCO ₂
Alcalose Respiratória Aguda	↓ pCO ₂	↓ 3,5mmol/L de HCO ₃ para cada ↓ de 10mmHg de pCO ₂
Alcalose Respiratória Crônica	↓ pCO ₂	↓ 5,5mmol/L de HCO ₃ para cada ↓ de 10mmHg de pCO ₂

Tabela 2. Mudanças compensatórias esperadas

PASSO 4: Quais as doenças que devo considerar?

Após definir os 3 passos anteriores, as conclusões que podemos chegar variam de acordo com os parâmetros alterados e tipo de resposta compensatória apresentada. Sempre considerar quais as principais alterações apresentadas, aliadas ao quadro clínico apresentado pelo animal.

O bicarbonato é excretado pelos rins, mas também pode haver perdas intestinais em casos de diarreia intensa. Então, doenças renais e qualquer toxina, medicamento ou doença que afetam os rins e o intestino delgado devem ser considerados. A hipoxemia pode ser o resultado de uma fração inspirada baixa de oxigênio (raro na Veterinária), mas pode ocorrer em casos de aumento de pressão barométrica, como em voos não pressurizados ou falha em técnicas anestésicas.

Hipoventilação podem ocorrer em casos de animais anestesiados com baixo “drive” respiratório ou em casos de toxinas (botulismo, por exemplo) e medicamentos (bloqueadores neuromusculares, sedação intensa). A dificuldade de difusão pode ocorrer em casos em que existe uma barreira para esta difusão ocorrer, como na pneumonia, doenças pulmonares primárias ou insuficiência cardíaca congestiva. A alteração da relação V/Q e o desvio da direita para esquerda também podem levar a hipoxemia pela perfusão de sangue não oxigenado.

Assim, os diagnósticos diferenciais para Acidose Respiratória devem incluir: depressão do centro respiratório, doenças medulares cervicais, doenças neuromusculares, doenças pleurais, obstrução respiratória, doença pulmonar severa, fadiga de músculos respiratórios. O tratamento é sempre corrigir o problema de base, desobstruir as vias aéreas ou aliviar a restrição respiratória (toracocentese), intubação e ventilação mecânica.

Nos casos de Acidose Metabólica, temos duas possibilidades: as acidoses em que os ânions GAP estão aumentados, como nos casos de cetoacidose diabética, hiperlactatemia, uremia, intoxicações (etilenoglicol, salicilatos) e em que os ânions GAP estão normais, como na perda de bicarbonato pelos rins ou intestino. O tratamento também é tratar a causa de base. Nos casos de aumento de lactato, otimizar a entrega de oxigênio para os tecidos e no caso de cetoacidose, iniciar a terapia insulínica. Nos casos de acidose metabólica com ânion GAP normais, pode ser necessária a suplementação com bicarbonato.

As Alcaloses Respiratórias tem como principais diferenciais a hipoxemia, doenças pulmonares, doenças neurológicas (estimulando o centro respiratório), exercícios, dor ou estresse. O tratamento no caso, é somente corrigir a causa. Já as alcaloses metabólicas estão associadas a obstruções gastrointestinais com perda de H⁺, K⁺ e principalmente perda de Cl⁻, devido a diuréticos de alça ou administração de bicarbonato. O tratamento nesses casos é de expansão volêmica com NaCl 0,9% no caso de alcalose metabólica hipocalemica e hipoclorêmica, nos demais casos, não é necessário tratamento, pois costuma ser auto-limitante.

Além dos distúrbios ácido básicos, a hemogasometria pode nos auxiliar a entender alterações eletrolíticas e nos guiar na escolha do tipo de fluidoterapia ou determinar a necessidade de suplementação. Os eletrólitos mensurados são: sódio, potássio, cálcio ionizado e cloro. O potássio por exemplo, pode estar diminuído em qualquer doença que curse com anorexia e a suplementação pode ser necessária. Pacientes doentes renais podem apresentar distúrbios relacionados ao potássio e cálcio ionizado, e alterações nas adrenais podem gerar variações significativas no sódio e potássio. Além disso, pode ser útil para a avaliação de alterações neurológicas, uma vez que alterações no sódio ou cálcio podem ter repercussões no sistema nervoso central.

CONCLUSÃO

Há muitas doenças que podem causar distúrbios ácidos básicos e eletrolíticos e o quadro clínico geral do paciente deve sempre ser considerado. A hemogasometria é apenas mais uma peça de um enorme quebra-cabeça para determinar o que pode estar errado com o seu paciente, além de uma ferramenta valiosa para mensurar a efetividade do seu tratamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Dibartola, S. Fluid Electrolyte and Acid Base Disturbances in Small Animal Practice (Fluid Therapy in Small Animal Practice), 4th Edition. Saunders, 2011.
- Silverstein, D and Hopper, K. Small Animal Critical Care Medicine, Second edition. Elsevier, 2015.
- Waddell, L. S., Blood Gas Analysis in Algorithms to guide your diagnosis & treatment. Diagnostic & Management trees from Clinician's Brief. 1ª Edição, 2019.
- Gonzalez, A. L. Waddell L. S. Blood gas Analysers. Topics in Companion Animal Medicine. <http://dx.doi.org/10.1053/j.tcam.2016.05.001>.
- Sirker, A. A., Rhodes, A., Grounds, R.M., Bennett E. D. Acid-base physiology: the "traditional" and the "modern" approaches. Anaesthesia, 57, 2002. 348-356p.



Pet Care Ibirapuera | Avenida República do Líbano, 270. Tel: 11 4750-1665.
Pet Care Morumbi | Avenida Giovanni Gronchi, 3001. Tel: 11 4750-1923.
Pet Care Pacaembu | Avenida Pacaembu, 1839. Pacaembu. Tel: 11 4750-2433.
Pet Care Tatuapé | Rua Serra do Japi, 965. Tel: 11 4750-2945.
Pet Care Jardins | Alameda Campinas, 1500. Tel: 11 2501-7001.