

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa
Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste - CPPSE
Ministério da Agricultura e do Abastecimento - MA*

*ISSN 1413-4098
Novembro, 1997*

Circular Técnica Nº 12



Acidose Metabólica em Bezerros Neonatos com Diarréia

*Márcia Cristina de Sena Oliveira
Antonio Pereira de Novaes*

São Carlos

1997

EMBRAPA- Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste - Circular Técnica, N° 12

Exemplares desta publicação podem ser solicitados ao:

Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste - CPPSE

Rod. Washington Luiz, km 234

Caixa Postal 339

Telefone (016) 272.7611 Fax (016) 272.5754

13560-970 São Carlos, SP

Tiragem desta edição: exemplares

Comitê de Publicações:

Presidente: Edison Beno Pott

Membros: André Luiz Monteiro Novo

Armando de Andrade Rodrigues

Carlos Roberto de Souza Paino

Sônia Borges de Alencar

Normalização Bibliográfica: Sonia Borges de Alencar

Editoração Eletrônica: Maria Cristina Campanelli

OLIVEIRA, M.C. de S.. ed. Acidose Metabólica em Bezerros Neonatos com Diarréia. São Carlos: EMBRAPA-CPPSE, 1997. 17p. (EMBRAPA-CPPSE. Circular Técnica, 12).

Bezerro de Leite - Neonatos - Diarréia. I. NOVAES, A.P. de . Colab. II. EMBRAPA - Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste. III.. IV. Série.

CDD 636.089

©EMBRAPA-1997

ÍNDICE

	<i>Pág.</i>
<i>Introdução</i>	<i>05</i>
<i>O Equilíbrio Iônico nos Fluidos Corporais</i>	<i>06</i>
<i>Mecanismo Respiratório</i>	<i>08</i>
<i>Mecanismo Metabólico</i>	<i>09</i>
<i>Como Interpretar Valores De Ácido-Base</i>	<i>09</i>
<i>Diagnóstico de acidose em bezerros com diarreia</i>	<i>10</i>
<i>Cálculo do volume e método de administração</i>	<i>12</i>
<i>Conclusões</i>	<i>14</i>
<i>Referências Bibliográficas</i>	<i>15</i>

ACIDOSE METABÓLICA EM BEZERROS NEONATOS COM DIARRÉIA

Introdução

O conhecimento dos mecanismos de manutenção do equilíbrio ácido-básico é muito importante para o tratamento de várias doenças. Nos bovinos, têm importância a indigestão vagal, a torsão do abomaso, a sobrecarga alimentar e, principalmente, as diarréias (SMITH, 1989). Esta última, em especial, provoca importantes alterações na concentração de eletrólitos, no volume de água e no equilíbrio ácido-básico dos fluidos corporais. A diarréia neonatal dos bezerros apresenta etiologia complexa: pode ser provocada por uma variedade de microrganismos, como vírus, bactérias e protozoários. Pode também ocorrer devido a problemas não infecciosos, como uso de sucedâneos do leite de má qualidade (DOLL, 1993). Apesar das diferentes origens dos processos diarréicos, as alterações metabólicas que ocorrem são as mesmas: desidratação, choque hipovolêmico, azotemia e perda de eletrólitos (sódio, potássio, cloreto, bicarbonato) do fluido extracelular (BOOTH & NAYLOR, 1987; KASARI, 1990).

Vários fatores predispõem os animais com diarréia à acidose metabólica: a perda intestinal do íon bicarbonato, o aumento da concentração de ácidos orgânicos produzidos por fermentação bacteriana, a redução da função renal, e a acidose láctica (hiperlactatemia) provocada pela hipóxia e pelo decréscimo no metabolismo hepático (GROUTIDES & MICHELL, 1990a; KASKE, 1994). De acordo com KASARI (1990), a hiperlactatemia se desenvolve como resultado da glicólise anaeróbia induzida pela desidratação e baixa perfusão tecidual. Apesar da introdução de medidas profiláticas, como uso de vacinas, desinfecção de instalações, ingestão adequada de colostro, etc., nas primeiras três semanas de vida, as doenças que provocam diarréia aguda são a principal causa de mortalidade em bezerros e o tratamento sintomático, como reposição de água e eletrólitos, concorre de maneira decisiva na redução dos casos fatais (NAYLOR, 1987a; DOLL, 1993).

Esta revisão tem a finalidade de expor algumas noções dos mecanismos de manutenção do equilíbrio ácido-básico no organismo animal e sua utilização na correção da acidose metabólica em bezerras com diarreia.

O equilíbrio iônico nos fluidos corporais

O íon hidrogênio é um próton extremamente reativo e é mantido de forma ativa, dentro de uma estreita faixa de concentração no organismo animal. A manutenção do pH é importante para as funções enzimáticas intracelulares, a atividade metabólica, a correta dissociação de complexos iônicos e a manutenção da condutividade das membranas celulares (HASKINS, 1977).

O produto metabólico que afeta a concentração do íon H^+ no sangue é o CO_2 . O efeito do CO_2 no equilíbrio ácido-básico pode ser verificado por meio da reação:



Esta reação ocorre dentro do eritrócito e a variação na quantidade de ácido carbônico (H_2CO_3) produzido é resultante do CO_2 difundido pelo eritrócito e da ação da enzima anidrase carbônica. O gás carbônico é constantemente produzido pelas células do corpo e se difunde no plasma. Este poderia se tornar ácido sem a presença de mecanismos de tamponamento. O efeito do excesso de H^+ produzido a partir desta reação dentro do eritrócito é reduzido pela combinação com o principal tamponante intracelular, a hemoglobina, enquanto o CO_2 é liberado no plasma como bicarbonato (KASARI, 1990).

A equação de Henderson-Hasselbach pode ser usada para descrever matematicamente a regulação das variações do pH no organismo. Ela mostra que o pH é função da taxa entre a concentração de bicarbonato

e a pressão de gás carbônico (PCO_2):

$$pH = pk + \log \frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]} \quad \text{ou}$$

$$pH = pk + \log \frac{[HCO_3^-]}{0,03 \times PCO_2}$$

Como a PCO_2 pode ser medida, ela geralmente é usada em lugar da concentração de ácido carbônico. O fator 0,03 é o coeficiente que expressa a relação entre a concentração de ácido carbônico (mmol/l) e a pressão parcial de dióxido de carbono (mm Hg), determinada pela solubilidade do CO_2 no sangue (HASKINS, 1977).

No sangue, o pH varia entre 7,35 e 7,45 (HASKINS, 1977). No bezerro recém-nascido, o pH do sangue varia entre 7,28 e 7,48 (KASARI & NAYLOR, 1985). Existem vários termos usados para expressar o pH do sangue. Os termos acidose e alcalose são usados para fazer referência a processos no organismo que tendem a aumentar a acidez ou a alcalinidade, respectivamente. A acidose é definida como a condição patológica resultante do acúmulo de ácido ou perda de base do organismo. Os termos acidemia e alcalemia se referem ao pH do sangue quando está abaixo ou acima dos índices normais.

Mecanismos compensatórios ocorrem com a finalidade de minimizar os efeitos da desordem ácido-básica primária. Para efeito de estudo, consideramos que o pH do sangue é mantido por meio dos seguintes mecanismos gerais: sistema tampão de pH, que resulta em processos de acidose ou alcalose, enquanto os mecanismos respiratório e metabólico regulam as variações do pH. O mecanismo respiratório controla o pH por meio da alteração na PCO_2 e o metabólico por meio da concentração de bicarbonato e do íon hidrogênio (HASKINS, 1977).

Mecanismo respiratório

O componente respiratório é representado pela PCO_2 no sangue. A hiperventilação reduz a PCO_2 no sangue, levando à alcalose respiratória. A hipoventilação aumenta a PCO_2 , resultando em acidose de origem respiratória. A PCO_2 é medida no sangue arterial por meio de equipamentos especiais e seus valores normais estão entre 40 ± 5 mm Hg (HASKINS, 1977). A alteração respiratória pode ocorrer também como mecanismo compensatório. Se ocorre acidose metabólica, quimiorreceptores na superfície da medula oblongata, que são sensíveis ao aumento na concentração de H^+ no líquor, iniciam hiperventilação que reduz a PCO_2 , levando à alcalose respiratória, para normalizar o pH do sangue (KASARI, 1990). Para fins de interpretação clínica, a PCO_2 menor que 35 mm Hg ou maior do que 45 mm Hg indica alcalose respiratória ou acidose respiratória, respectivamente. A PCO_2 pode ser interpretada como a contribuição respiratória para a manutenção do pH dos fluidos do organismo.

Mecanismo metabólico

O componente metabólico não é identificado tão facilmente como o respiratório, no entanto, sua quantificação é de suma importância para o estabelecimento de terapia adequada nos distúrbios ácido-básicos. A variação na concentração de CO_2 causa alteração na concentração de HCO_3^- deste modo, esta última não pode ser considerada uma estimativa do componente metabólico. In vivo a curva de titulação do CO_2 indica que um aumento da PCO_2 de 100 mm Hg poderá causar aumento na concentração de HCO_3^- de cerca de 4 mEq/l. A concentração normal de bicarbonato no plasma de bezerros recém-nascidos varia entre 21 e 41 mmol/l (KASARI, 1990). Concentrações acima de 40 mmol/l são condições em que há excesso de base e abaixo de 20 mmol/l, déficit de base.

Do ponto de vista prático, a diferença entre a média normal de bicarbonato no plasma e a determinada pela análise da PCO_2 pode ser usada como aproximação do déficit ou excesso de base. É considerado como sendo portador de acidose metabólica o bezerro diarréico que apresenta

pH sanguíneo \leq a 7,25 e concentração de bicarbonato \leq a 20 mmol/l (KASARI, 1990).

Como interpretar valores de ácido-base

Os distúrbios ácido-básicos são descritos como sendo de origem respiratória ou não respiratória, devido à grande importância do gás carbônico como produto do metabolismo celular, que afeta diretamente a concentração do íon H^+ (HASKINS, 1977; KASARI, 1990). Os distúrbios metabólicos são caracterizados por alteração na concentração de HCO_3^- no sangue e o principal órgão que controla este íon é o rim. Este órgão é responsável pela reabsorção do bicarbonato ao nível dos túbulos contorcidos proximais e excreção do H^+ , porém podem ser necessários vários dias para que este processo normalize o pH do sangue (KASARI, 1990).

SCHLERKA et al. (1996) verificaram que o pH da urina tende a reduzir com a redução do pH do sangue, embora não tenham encontrado diferença significativa entre o pH da urina de bezerros sadios e daqueles portadores de diarreia. NAYLOR (1987a) estudou a severidade e a natureza da acidose em bezerros diarreicos de até 8 dias e acima desta idade. Este autor verificou que os bezerros na primeira semana de vida têm freqüentemente acidose láctica, o que não ocorreu com os animais acima desta faixa etária. Este fato pode estar relacionado a alguns fatores tais como o reduzido "clearance" do ácido láctico e a rapidez com que os recém-nascidos tendem a se desidratar. Inicialmente, deve ser verificado o pH do sangue. A avaliação dos componentes respiratório (PCO_2) e metabólico (déficit/excesso de base) determina a contribuição de cada um para o pH. Finalmente, esses valores devem ser correlacionados com a situação clínica. De modo geral, o pH do sangue variará em direção similar à da desordem primária (HASKINS, 1977). Se o pH indica acidemia, a PCO_2 indica alcalose respiratória e o déficit de base indica acidose metabólica, é provável que esta seja primária e a alcalose respiratória seja compensatória. Correlação da história clínica, sinais clínicos e outros dados de laboratório devem confirmar esta suposição. O exemplo, citado por HASKINS (1977), ilustra bem esta interpretação: considerando a alteração representada

por $\text{pH} = 7,31$, $\text{PCO}_2 = 20 \text{ mm Hg}$, concentração do íon bicarbonato = 10 mEq/l e déficit de base = 15 mEq/l , o pH indica acidemia, a PCO_2 indica alcalose respiratória e o déficit de base, acidose metabólica. Provavelmente a acidose metabólica é primária e a alcalose respiratória é compensatória. A origem da acidose metabólica poderá ser determinada por meio de exames clínicos e de laboratório.

Diagnóstico de acidose em bezerros com diarreia

A diarreia é considerada o principal problema sanitário em bezerros jovens e a mortalidade pode chegar a 10% (NAYLOR, 1987a), dependendo do manejo sanitário do rebanho. SZENCI (1982) criou um sistema subjetivo para correlacionar o tônus muscular com o estado ácido-básico dos bezerros recém-nascidos, principalmente em casos de distocia, que pode possibilitar rápida intervenção sem exames laboratoriais. Na prática, o diagnóstico clínico da desidratação é feito facilmente por meio da verificação da elasticidade da pele e da posição do globo ocular. Outros sintomas incluem redução da temperatura das extremidades corporais e decúbito. Exames simples de laboratório, como o hematócrito, podem indicar desidratação. Já a acidose metabólica não pode ser detectada e quantificada tão facilmente. O quadro clínico é de natureza nervosa: depressão, desorientação e coma, quadro que evolui com a severidade da acidose. NAYLOR (1989) encontrou baixa correlação entre acidose e desidratação em bezerros recém-nascidos, o que dificulta o estabelecimento de terapia baseada somente nos sintomas clínicos. Para diagnóstico exato são necessários exames de sangue que forneçam as seguintes variáveis: pH , PCO_2 e concentração de HCO_3^- . NAYLOR (1987b) avaliou o uso, ao nível de campo, de três testes simples para determinar o estado ácido-básico de bezerros com diarreia: medição do pH com aparelho digital (Cole Parmer Instrument Company) e papel de tornassol e medição da PCO_2 com "kit" específico (American Scientific Products). Os resultados obtidos com o equipamento automatizado para determinação de gases no sangue (Blood Gas Analyzer - Corning Medical) foram utilizados como referência. Este autor verificou que o "kit" PCO_2 pode ser usado para este fim, apresentando alta correlação com o método de referência. SMITH (1989), GROUTIDES & MICHEL (1990a), GROVE-

WHITE & WHITE (1993) e WHITE (1993) relataram o uso do Harleco Total CO₂ Apparatus (Travenol Co.), a fim de calcular rapidamente o déficit de bicarbonato de sódio nos animais diarréicos. Este “kit” tem como princípio a adição de ácido láctico ao soro sanguíneo do paciente:

$H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^- \rightleftharpoons H_2O + CO_2$. Esta reação ocorre em frasco fechado e o CO₂ produzido é colhido diretamente em uma seringa calibrada e corresponde à quantidade de bicarbonato presente no sangue (SMITH, 1989; KASARI, 1990). Obtendo-se a concentração de HCO₃⁻ no soro sanguíneo, pode-se calcular a quantidade de água e eletrólitos a ser administrada. Algumas considerações clínicas, como o prognóstico, podem ser feitas a partir do estado geral do animal e de dados de laboratório. O cálculo da quantidade de bicarbonato a ser administrada é feito a partir da fórmula (KASARI & NAYLOR, 1985):

Peso corporal (kg) x déficit de base (mmol/l) x 0,6 = déficit total de base (mmol).

O fator 0,6 representa o volume de líquido em que está distribuído o bicarbonato ou seja, o volume do fluido extracelular para um bezerro. Para um animal de 40 kg, com déficit de base de 10 mmol/l, a quantidade de base é: 40 x 10 x 0,6 = 240 mmol de bicarbonato. Para calcular o peso em gramas, dividimos este valor por 12, porque em 1g de bicarbonato temos 12 mmol. O bezerro deverá receber então 20 g de bicarbonato.

Cálculo do volume e método de administração

Dependendo do estado do animal, o clínico poderá optar pela administração oral ou parenteral do soro alcalinizante. DOLL (1993) aconselha o tratamento precoce por via oral, sendo que os animais não devem ser tratados por esta via quando apresentarem sinais graves de desidratação e acidose metabólica. Para o tratamento parenteral, o composto alcalinizante de escolha é o bicarbonato de sódio, principalmente devido ao seu efeito direto sobre o pH do sangue. Outros agentes alcalinizantes, como lactato,

acetato e gluconato, utilizam vias metabólicas para reduzir a concentração de H^+ , não tendo portanto efeito rápido (BOOTH & NAYLOR, 1987; GROUTIDES & MICHELL, 1990b; KASARI, 1990; MICHEL et al., 1992; DOLL, 1993). A solução de bicarbonato de sódio isotônica tem a concentração de 1,3%. Se o bezerro necessita de 20 g de bicarbonato de sódio para normalizar o pH do sangue, deverá receber então 1,5 litros de uma solução isotônica por via endovenosa, adicionada ou não de solução salina (dependendo da presença e do grau de desidratação). A taxa de administração de fluídos por via endovenosa pode chegar a 80 ml/kg de peso/hora, o que seria uma reposição rápida para um animal com cerca de 40 kg de peso (KASARI & NAYLOR, 1985). A fim de reduzir ao máximo os danos provocados pela hipertensão e o perigo de edema pulmonar, a taxa de 30 a 40 ml/kg de peso/hora é preferível, sendo possível a correção da acidose em cerca de 2 a 3 horas (KASARI, 1990). MICHNA et al. (1996) relataram o uso de solução com 8,4% de bicarbonato de sódio por via endovenosa em 16 animais com idades variando entre 7 e 10 dias. Vinte e quatro horas após o tratamento, o pH do sangue apresentou aumento significativo e os animais apresentaram condições para hidratação por via oral.

Conclusões

A acidose metabólica é um distúrbio muito freqüente em bezerras recém-nascidos portadores de diarreia. Na prática, os exames para calcular o déficit do íon bicarbonato no sangue podem ser difíceis ou mesmo impossíveis de serem conduzidos a campo. Deste modo, como medida preventiva, deve-se administrar o soro oral aos animais logo que apareçam os primeiros sintomas de diarreia. O volume deve variar entre 4 e 7 litros por dia. Estas soluções contêm os íons bicarbonato, sódio, cloreto, potássio e glicose em concentrações isotônicas.

A glicose poderá não ser adicionada, já que a maioria dos bezerras na fase inicial da doença não apresenta anorexia e continua se alimentando normalmente. A reposição de líquidos por meio do soro deve ser feita nos intervalos das mamadas. O leite não deve ser retirado da dieta do animal, porque é um alimento essencial nos primeiros meses de vida e não tem

influência negativa sobre a intensidade da diarréia. O uso de antibióticos por via oral deve ser evitado, já que esses medicamentos dificultam a manutenção da flora intestinal. Somente em casos de infecção por cepas enterotoxigênicas de Escherichia coli torna-se necessário o uso de antibióticos por via parenteral (DOLL, 1993). Com a reposição de líquidos e eletrólitos, os animais não se desidratam e não têm acidose metabólica, podendo se recuperar rapidamente da infecção intestinal, sem o desenvolvimento de seqüelas que podem retardar o seu desenvolvimento normal.

Referências bibliográficas

*BOOTH, A.; NAYLOR, J. M. Correction of metabolic acidosis in diarrheal calves by oral administration of electrolyte solutions with or without bicarbonate. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v.191, n.1, p.62-8, 1987.*

*DOLL, K. Aspects of some important diseases of calves: occurrence, diagnosis, prevention, therapy. **Animal Research and Development**, v.37, n.19-36, 1993.*

*GROUTIDES, G.; MICHELL, A. R. Evaluation of acid-base disturbances in calf diarrhoea. **The Veterinary Record**, v.126, n.2, p.29-31, 1990a.*

*GROUTIDES, G.; MICHELL, A. R. Intravenous solutions for fluid therapy in calf diarrhoea. **Research in Veterinary Science**, v.49, p.292-7, 1990b.*

*GROVE-WHITE, D.H.; WHITE, D. G. Diagnosis and treatment of metabolic acidosis in calves: a field study. **Veterinary Record**, v.133, p.499-501, 1993.*

*HASKINS, S. C. An overview of acid-base physiology. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v.170, p. 423-8, 1977.*

KASARI, T. R. *Metabolic acidosis in diarrheic calves: the importance of alkalinizing agents in therapy. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v.6, n.1, p.29-43, 1990.

KASARI, T. R.; NAYLOR, J.M. *Clinical evaluation of sodium bicarbonate, sodium l-lactate, and sodium acetate for treatment of acidosis in diarrheic calves. Journal of American Veterinary Medical Association*, v.187, p.392-7, 1985.

KASKE, M. *Pathophysiological aspects of neonatal calf diarrhoea. Tierarztliche-Umschau*, v.49, n.6, p.336-44, 1994.

MICHELL, A.R. ; BROOKS, H.W.; WHITE, D.G. WAGSTAFF, A. J. *The comparative effectiveness of three commercial oral solutions in correcting fluid, eletrolyte and acid-base disturbances caused by calf diarrhoea. British Veterinary Journal*, v.148, n.6, p.507-22, 1992.

MICHNA, A.; BARTKO, P.; BIRES, J.; LEHOCKY, J.; REICHEL, P. *Metabolic acidosis of calves suffering from diarrheas anal its treatment with NaHCO application. Veterinary Medicine Czech*, v.41, p.305-310, 1996. ³

NAYLOR, J. M. *Severity and nature of acidosis in diarrheic calves over and under one week of age. Canadian Veterinary Journal*, v.28, n.4, p.168-73, 1987a.

NAYLOR, J. M. *Evaluation of the total carbon dioxide apparatus and pH meter for the determination of acid-base status in diarrheic and healthy calves. Canadian Veterinary Journal*, v.28, n.1-2, p.45-8, 1987b.

NAYLOR, J. M. *A retrospective study of the relationship between clinical signs and severity of acidosis in diarrheic calves. Canadian Veterinary Journal*, v.30, n.7, p.577-80, 1989.

SMITH, B.P. Using serum total CO₂ or bicarbonate values to individualize fluid therapy. The Bovine Proceedings, v.21, p.186-7, 1989.

SZENCI, O. Correlations between muscle tone and acid-base balance in newborn calves: experimental substantiation of a simple new score system proposed for neonatal status diagnosis. Acta Vet. Academiae Scientiarum Hungaricae, v.30, n.1-3, p.79-84, 1982.

WHITE, D.G. Some logistical aspects of the treatment of lactic acidosis in two calves. The Veterinary Record, v.132, p.275-6, 1993.