

Aspectos fisiológicos a considerar na fluidoterapia em pequenos e grandes animais¹

Introdução

Considera-se a fluidoterapia um tratamento de suporte que tem como meta a restauração do volume e composição dos líquidos corporais à normalidade, além da manutenção do equilíbrio hidroeletrólítico, de modo que a introdução destes componentes corrija a perda de líquidos. A fluidoterapia intravenosa é indicada principalmente quando o grau de desidratação é alto devido perda aguda ou crônicas de fluidos e é comumente utilizada na prática clínica veterinária para a manutenção de animais anoréxicos ou impossibilitados de se alimentar. Contudo, seu uso não evita nem minimiza o balanço energético negativo, resultante da anorexia e do aumento do requerimento energético, normalmente encontrados em animais doentes.

Composição corporal

A água corporal total (ACT) constitui em torno de 60% do peso corporal dos animais adultos, sendo mais elevada em animais jovens (70% a 80 % do peso corporal). Em fêmeas gestantes e em lactação, a quantidade de líquido está aumentada devido a presença de água no feto, na placenta, no fluido amniótico, à expansão do volume sanguíneo e o aumento do tamanho da glândula mamária. Existe uma considerável variação no conteúdo de ACT conforme a espécie, idade, sexo e estado nutricional. Em pacientes com líquido acumulado nas cavidades corporais (efusão pleural ou abdominal, por exemplo), a ACT encontra-se elevada. Ao contrário, os pacientes idosos possuem menor porcentagem de água corporal, assim como os pacientes obesos, cuja baixo percentual de água se explica pela concentração desta na gordura.

A água corporal se distribui em dois compartimentos principais: o líquido extracelular (LEC) e o líquido intracelular (LIC). O LEC (20% do peso corporal) é dividido no espaço plasmático (4% do peso corporal) e no espaço intersticial (16% do peso corporal). Essa distribuição entre o espaço plasmático e o espaço intersticial é controlada pelas forças de Starling, que atuam através do endotélio capilar. O líquido intersticial banha as membranas celulares e o seu aumento de volume é caracterizado como edema. Um terceiro compartimento do LEC é conhecido como transcelular, situado em cavidades delimitadas por epitélio ou mesotélio. O LIC (40% do peso corporal) pode ser considerado como espaço um único, embora seja formado por

¹ Machado, L. Aspectos fisiológicos a considerar na fluidoterapia em pequenos e grandes animais. Seminário apresentado na disciplina de Fundamentos Bioquímicos dos Transtornos Metabólicos, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017. 9 p.

diversos tecidos distintos circundados por membranas celulares, e o conteúdo hídrico e composição química das células com diferentes funções variam consideravelmente de acordo com a função de cada tecido. Os íons constituem aproximadamente 95% dos solutos nos líquidos corporais, sendo o sódio o cátion mais abundante do LEC, e o principal cátion determinante da sua osmolaridade, enquanto o cátion mais abundante do LIC é o potássio. Os ânions dos líquidos corporais são: o cloreto, bicarbonato, fosfato, íons orgânicos e proteínas polivalentes

Manutenção hídrica

Define-se manutenção hídrica como o volume necessário de líquido, em vinte e quatro horas, para manter o animal em equilíbrio hídrico, sendo a quantidade do ganho igual à quantidade da perda. Essa necessidade é determinada pelas perdas (sensíveis e insensíveis), temperatura, umidade do ambiente, atividade voluntária ou forçada do animal, presença de doenças e composição dietética. Os animais ingerem água indiretamente quando fazem a ingestão de alimentos líquidos (que contêm mais de 70% em água), pastosos (20-40%) e rações secas (10%), sendo que de 10 a 15% da ingestão total de água é produzida pela oxidação de carboidratos, lipídios e proteínas, quando a água é formada pela combustão de materiais orgânicos. Assim sendo, o equilíbrio do líquido externo requer que a ingestão diária via dieta seja igual às perdas cutâneas, gastrointestinal, pulmonar e renal, combinadas.

Distúrbios no balanço hídrico e eletrolítico

Desequilíbrios no balanço hídrico entre os compartimentos podem resultar de uma diminuição da ingestão, aumento das perdas de fluidos e eletrólitos, ou de uma combinação desses fatores. As alterações dos volumes dos compartimentos intra e extracelular determinam mudanças nas respectivas pressões osmóticas com a consequente redistribuição da água entre os compartimentos. Esse quadro pode ser observado quando ocorre perda aguda de líquidos, como em casos de diarreia ou vômito. O aumento da pressão oncótica resultante da perda hídrica determina o movimento de água do compartimento intra para o extracelular até restabelecer um novo equilíbrio osmótico. O movimento contrário da água ocorre em casos de queimaduras, onde há relativamente maior perda de eletrólitos do que de água. O aumento da pressão osmótica do compartimento intracelular determina a passagem de água para o interior da célula causando edema.

Mecanismos de controle da osmolaridade

Oscilações de apenas 1 a 2% da osmolaridade plasmática normal (290 mOsm/L) iniciam mecanismos de compensação. Dentre os múltiplos mecanismos que controlam a quantidade de água excretada pelos rins, dois estão especificamente implicados na regulação da concentração de sódio e da osmolaridade do LEC: o hormônio antidiurético (ADH) e o mecanismo de ativação do centro da sede. O ADH alcança a corrente sanguínea e interage com receptores situados no ducto coletor dos néfrons. O hormônio liga-se a um receptor na membrana basolateral da célula, chamado de receptor de vasopressina 2, e essa ligação, que é acoplada à adenilciclase, por meio de uma proteína G estimuladora, aumenta os níveis intracelulares de monofosfato cíclico de adenosina (AMPC). A elevação do AMPC intracelular ativa a proteína quinase A, que estimula a inserção de vesículas intracelulares contendo canais de água (aquaporinas) na membrana apical da célula. Quando o ADH é removido, os canais de água retornam à sua posição original dentro da célula, e a membrana apical volta a ser impermeável à água. A secreção de ADH também pode ser diminuída ou aumentada por outros estímulos como hipotensão, náusea, dor, estresse emocional e vários tipos de fármacos. O mecanismo da sede faz, juntamente com o ADH, a regulação da ingestão de líquidos, mantendo o controle preciso da osmolaridade do LEC e da concentração de sódio. A sede é causada por uma sensação de garganta e boca secas, em consequência da diminuição da secreção salivar. Enquanto o córtex cerebral pode influenciar o comportamento de ingerir água, áreas hipotalâmicas específicas são importantes na regulação da sua ingestão.

A manutenção do volume plasmático normal é essencial para a perfusão adequada dos tecidos e está diretamente associada à regulação do equilíbrio do sódio. Os principais sensores da alteração do volume são receptores de pressão localizados nas células justaglomerulares da arteríola aferente e nas células da mácula densa do túbulo distal, nos seios carotídeos e no arco aórtico. Os receptores de volume fora do rim estão relacionados com a atividade do sistema nervoso simpático, o peptídeo natriurético atrial, o ADH e o mecanismo da sede. O sistema renina-angiotensina-aldosterona (Figura 1), o peptídeo natriurético atrial (PNA) e a natriurese de pressão são os fatores e sistemas endócrinos envolvidos na regulação do volume extracelular.

Desidratação

A adição ou a retirada de fluidos ou solutos altera o volume dos compartimentos e a tonicidade de uma solução. O termo desidratação refere-se somente a perda de solventes (água) sem perda de soluto (saís, pequenas moléculas, proteínas). Sendo assim, a desidratação, por definição, ocorre quando a perda de água é maior que a sua ingestão. A desidratação pode ser classificada em três tipos, de acordo com a tonicidade do fluido remanescente após a perda de água e eletrólitos.

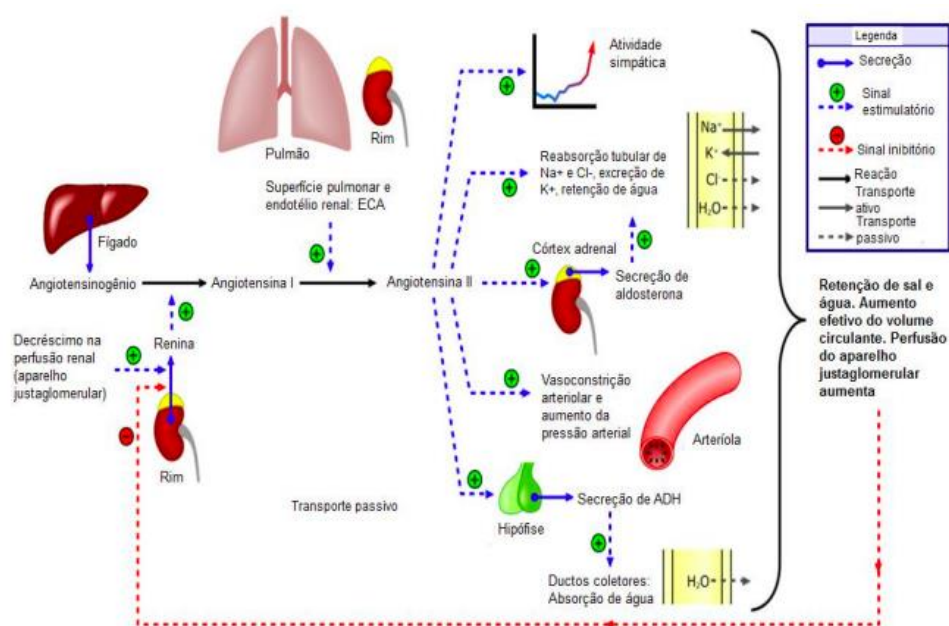


Figura 1. Representação do Sistema Renina-Angiotensina-Aldosterona.

Fonte: (http://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_renina-angiotensina)

Na desidratação hipotônica, a perda de solutos é maior que a perda de água, tornando hipotônico o líquido que permanece no organismo. Assim, ocorre uma transferência de líquidos do LEC para o LIC, que pode levar a diminuição severa do volume circulante e sinais clínicos mais evidentes de desidratação. A causa mais comum desse tipo de desidratação é a insuficiência adrenocortical (hipoadrenocorticism ou Síndrome de Addison) e o uso excessivo de diuréticos. Na desidratação isotônica, a perda de sais é proporcional à perda de água, não havendo alteração entre o LEC e o LIC. Neste caso, as principais causas são vômitos, diarreia, anorexia, glicosúria, doença renal e lesões de tecidos moles. Na desidratação hipertônica, a perda de sais é menor do que a de água; o fluido remanescente se torna hipertônico e o plasma hiperosmolar, o que leva as células a ceder água do LIC para o LEC como uma tentativa de restabelecer a osmolaridade. Esse processo gera desidratação intracelular e há uma menor tendência a ocorrer manifestações clínicas da desidratação. Neste caso, inclui-se como causas a realização de exercícios intensos, estresse e enfermidades que cursem com febres intensas.

Diagnóstico de desidratação

A desidratação é um distúrbio comum na prática veterinária e está associada a inúmeras doenças. Os achados de exame físico associados às perdas de fluidos que correspondem de 5 a

15% do peso corporal variam desde alteração clinicamente não detectável (5%) até sintomas de choque hipovolêmico e morte eminente (15%). É importante que o clínico avalie o turgor cutâneo, a umidade das membranas mucosas, a posição do globo ocular na órbita, a frequência cardíaca, a característica do pulso periférico e o tempo de preenchimento capilar, podendo assim classificar o estado físico do paciente e estimar a porcentagem de desidratação. Estes parâmetros devem ser avaliados com frequência em animais internados, pois irão auxiliar o clínico na escolha adequada do tipo de fluido a ser administrado, assim como sua velocidade e tempo de administração. Através do acompanhamento das características clínicas e evolução do paciente, sabe-se se o fluido de escolha está desempenhando o efeito desejado, ou se é necessário trocá-lo.

A avaliação laboratorial da desidratação leva em consideração principalmente o hematócrito (Ht) e a proteína plasmática total (PPT), que em geral, estão aumentados devido à hemoconcentração. É importante ressaltar que animais anêmicos e desidratados podem ter Ht falsamente normal, pois a desidratação concentra as células vermelhas do sangue. Além dos parâmetros já citados, a dosagem de albumina, que é uma das proteínas plasmáticas totais, e de ureia também pode ser útil na avaliação do quadro clínico. A albumina encontra-se elevada proporcionalmente ao nível de desidratação, assim com também se observa elevação de ureia sanguínea (azotemia pré-renal). Contudo, animais com doença inflamatória podem apresentar PPT elevadas mesmo com hidratação normal pois o valor de globulinas, assim como a desidratação, eleva os valores de albumina. É importante observar a densidade urinária específica (DEU), que em animais desidratados com função renal normal deve estar acima de 1,045. De acordo com o tipo de desidratação serão observados diferentes efeitos sob a concentração sérica de sódio.

Fluidoterapia

A fluidoterapia é primariamente usada para tratamento do choque, da desidratação e de distúrbios eletrolíticos e ácido-básicos. A avaliação da natureza das alterações eletrolíticas e ácido-básicas com base nos parâmetros clínicos é impossível; portanto, as concentrações de eletrólitos séricos devem ser mensuradas.

Soluções empregadas na fluidoterapia

Os líquidos empregados na fluidoterapia são classificados de acordo com o tamanho molecular e permeabilidade capilar, osmolaridade ou tonicidade, e função pretendida. De acordo com o tamanho molecular e permeabilidade capilar as soluções podem ser classificadas em coloides ou cristaloides. As soluções cristaloides são as mais empregadas na fluidoterapia, consistem em uma

solução à base de água com moléculas pequenas às quais a membrana capilar é permeável, capazes de entrar em todos os compartimentos corpóreos. As soluções coloides são substâncias de alto peso molecular, com permeabilidade restrita ao plasma de pacientes com endotélio íntegro e não comprometido. Os coloides atuam principalmente no compartimento intravascular. As soluções cristaloides são divididas em dois tipos: as soluções de manutenção e as soluções de reposição. As primeiras são aquelas utilizadas nos pacientes ainda enfermos, após a recuperação do déficit hídrico. As soluções de manutenção são formuladas visando a reposição das perdas diárias normais de líquidos hipotônicos e de eletrólitos. Essas soluções são também elaboradas para satisfazer as necessidades de potássio em animais saudáveis. Neste caso, a função renal garante que o excesso de eletrólitos seja eliminado.

Os líquidos de reposição são formulados para corrigir deficiências específicas na concentração plasmática ou na quantidade corporal total de eletrólitos e álcalis. São soluções isotônicas, acidificantes ou alcalinizantes e, apesar de apresentarem composição de eletrólitos similar à do plasma, têm sódio como base da sua constituição. Podem ser administradas rapidamente e em grandes volumes, sem alterar as concentrações eletrolíticas normais do plasma. A administração de grandes volumes pode, no entanto, reduzir a pressão oncótica plasmática e diluir sua concentração de bicarbonato, causando a acidemia dilucional. Todavia, a acidemia não ocorrerá, ou será insignificante, se forem empregadas soluções que contenham lactato, acetato ou gluconato, que são precursores metabólicos do bicarbonato via biotransformação no fígado, músculos e maioria dos tecidos, respectivamente.

Tipos de fluidos

Ringer com lactato de sódio

É uma solução isotônica, cristalóide, com composição semelhante ao LEC, pH 6,5, utilizada para reposição. Tem características alcalinizantes, uma vez que o lactato sofre biotransformação hepática em bicarbonato, sendo indicado para acidoses metabólicas. Por conter cálcio é contraindicada para pacientes hipercalcêmicos, assim como não é indicada para pacientes hepatopatas. Não deve ser administrada junto com hemoderivados, no mesmo cateter intravenoso, para evitar precipitação do cálcio com o anticoagulante.

Ringer simples

Tem características semelhantes ao ringer lactato, porém não contém lactato, é utilizada para reposição. Contém mais cloreto e mais cálcio que outras soluções, tornando-a levemente acidificantes (pH 5,5). É uma solução de emprego ideal nas alcaloses metabólicas. É uma solução cristalóide, isotônica.

Solução NaCl a 0,9%

É uma solução cristalóide, isotônica, utilizada para reposição, não é uma solução balanceada, pois contém apenas sódio, cloro e água. É acidificadora, sendo indicada para pacientes com alcalose, hipoadrenocorticismo (por aumentar reposição de sódio), insuficiência renal oligúrica ou anúrica (pois evita retenção de potássio) e hipercalemia (pois não contém cálcio).

Solução de glicose a 5% em NaCl a 0,9%

Também é chamada de solução glicofisiológica, solução cristalóide utilizada para reposição. Possui composição semelhante à solução de NaCl a 0,9%. Apresenta, porém maior osmolaridade e pH 4,0.

Soluções de manutenção

São soluções de reposição modificadas, nas quais se adiciona sódio, potássio ou glicose de acordo com as necessidades do animal. As soluções aditivas mais utilizadas incluem dextrose 50%, fructose, cloreto de cálcio, gluconato de cálcio, fosfato de potássio, bicarbonato de sódio a 8,4%, vitaminas do complexo B, cloreto de potássio. Quando utilizar aditivos, o clínico deve lembrar que a osmolaridade final do fluido pode ser maior do que a prevista. A osmolaridade final é influenciada pela adição de miliequivalentes por litro de eletrólito e de milimoles por litro de solutos livres de eletrólitos encontrados na solução. A osmolaridade final também vai variar dependendo do modo de formulação da solução.

Solução salina hipertônica

É uma solução hipertônica utilizada para reanimação. É indicada em casos de hemorragia, queimaduras, hipovolemia e choque. Nos casos de choque aconselha-se o uso de solução salina hipertônica de NaCl a 7,5%. Soluções hipertônicas levam ao aumento da frequência cardíaca, vasodilatação pulmonar e sistêmica, manutenção do fluxo sanguíneo nos órgãos vitais. Ao administrar este tipo de solução o paciente deve ser monitorado com atenção.

Soluções coloidais

Contêm substâncias de alto peso molecular restritas ao compartimento plasmático. O coloide é indicado em pacientes que possuem PPT menor que 35 g/L, e albumina menor que 15 g/L, e em casos de choque hipovolêmico. São contraindicados em pacientes com falência renal, pois a metabolização e excreção da solução se dão por via renal, em pacientes com coagulopatias, pois podem causar hemorragia e, é importante salientar que estas soluções são acidificantes. Os coloides sintéticos disponíveis no mercado são derivados de dextrans (Dextran 40 e 70), polímeros de gelatina (Haemacel e Polisocel), amido de hidroxietila (Hetastarch) ou fluídos

carreadores de oxigênio à base de hemoglobina (Oxyglobin, Biopure Corporation, Cambridge, MA).

Tabela 1. Composição iônica, osmolaridade e tonicidade das principais soluções utilizadas em Veterinária (Deacro, 2001).

Soluções	Na⁺ mEq/L	K⁺ mEq/L	Cl⁻ mEq/L	Ca⁺ mEq/L	Mg⁺⁺ mEq/L	HCO₃⁻ mEq/L	Osm mOsm/L	Tonicidade
Ringer lactato	131	4	110	3,6	0	28,5	274	Isotônica
NaHCO ₃	600	0	0	0	0	600	1200	Hipertônica
NaCl 0,9%	154	0	154	0	0	0	308	Isotônica
Glicose 5%	0	0	0	0	0	0	253	Isotônica
NaCl 7,5%	1200	0	1200	0	0	0	2400	Hipertônica

Vias de administração

A administração de fluidos parenterais é indicada se o animal estiver severamente hipovolêmico ou se a absorção de fluidos enterais for questionável, como em casos de doença intestinal severa, ocorrência de vômitos ou obstrução de alguma porção do trato gastrointestinal. A administração de fluidos subcutâneos (SC) é aceitável se o animal não estiver em choque, absorver os fluidos e aceitar administrações repetidas por esta via. Animais severamente desidratados podem não absorver fluidos SC tão rapidamente como desejado, tornando a administração intravenosa (IV) mais eficaz. A administração intramedular pode ser usada se a administração IV for desejada, mas não puder ser fixado um cateter. Para isso, uma agulha hipodérmica de orifício largo ou uma agulha para aspiração de medula pode ser inserida através do fêmur (fossa trocantérica), tíbia, asa do íleo, ou úmero. A administração intraperitoneal é aceitável, mas preenche o compartimento intravascular mais lentamente do que as vias IV ou intramedular.

Referências

- AIRES, M.M. Fisiologia – Regulação da Tonicidade do Fluido Extracelular. Guanabara Koogan, cap. 59, p.625-632, 1999.
- BULLOCK, J.; BOYLE, J.; WANG, M.B. Fisiologia – National Medical Series para Estudo Independente. Guanabara Koogan, cap.28, p. 361-367, 1998. DiBARTOLA, S. Fluid therapy in small animal practice. Saunders, cap.13, p.321- 340,1992.
- ETTINGER, S.J.; FELDMAN, E.C. Tratado de Medicina Interna Veterinária. vol. 1. 4 ed. Manole. cap.60. p. 420, 1997. FENNER, William R. Consulta Rápida em Clínica Veterinária. 3 ed., Guanabara Koogan, cap.17. p.182, 2003.
- GUYTON, A. C.; HALL, H.E. Tratado de Fisiologia Médica. 10 ed. Guanabara Koogan. cap. 29, p.312-327, 2002. HOUP, T.R. Água e Eletrólitos, Fisiologia dos Animais Domésticos. Guanabara Koogan, cap. 2, p. 8-18, 1996.

- MONTIANI-FERREIRA, F.; PACHALY, J. Manual de fluidoterapia em pequenos animais. Guará, p. 79, 2000.
- VALADARES, R.C., PALHARES, M. S., BICALHO, A.L.F., TURCHETTO JR, C.R., FREITAS, M.D., SILVA FILHO, J.M., CARVALHO, A.U. Aspectos clínicos e hematológicos em cães submetidos à fluidoterapia intravenosa, nutrição enteral e parenteral. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.58, n.4, p.495-502, 2006.
- WILLARD, M.D. Distúrbios do Sistema Digestório. In: NELSON, R.W; COUTO, C.G. Medicina Interna de Pequenos Animais. Rio de Janeiro: Elsevier, Cap.30, p.394, 2010.