



Capítulo

15

## Terapia Parenteral. Reposição Hidroeletrólítica

Miguel Carlos Riella e Maria Aparecida Pachaly

### INTRODUÇÃO

COMO SE FORMULA O PLANO PARENTERAL DIÁRIO?

CÁLCULO DA NECESSIDADE BÁSICA

Perdas urinárias

Volume

Sódio

Potássio

Cloro

Sensível e insensível

Perdas gastrintestinais

Volume

Eletrólitos

CÁLCULO DAS CORREÇÕES

Correções para a água

Correções para o sódio

O terceiro espaço

Sangue e plasma

Ácido-básico

Potássio

PRINCÍPIOS GERAIS DO PLANO PARENTERAL

PLANO DE ADMINISTRAÇÃO

PRESCRIÇÃO MÉDICA

EXEMPLOS

APÊNDICE

Soluções cristalóides

Soluções colóides

Outras soluções e aditivos para uso parenteral

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da terapia parenteral iniciou-se por volta de 1616, quando William Harvey descobriu a circulação do sangue. Mas foi só em 1818 que Blundell realizou a primeira transfusão humana. No início, as complicações foram muitas. Os grupos sanguíneos não eram conhecidos e as reações fatais eram freqüentes, a ponto de a troca de sangue humano ter sido proibida por lei.

Atribuiu-se a Thomas Latta, da Escócia, em 1831, o mérito de ter sido o primeiro a empregar a terapia parenteral de maneira racional. Ele administrou uma solução salina a pacientes com cólera e diarreia intensa.

Quando Karl Landsteiner descobriu os grupos sanguíneos em 1901, reavivou-se o interesse na transfusão de sangue e na terapia parenteral. Porém, os problemas com as infecções e as reações pirogênicas continuavam de-

sencorajando os investigadores. Apenas quando Florence Seibert descobriu por que havia substâncias pirogênicas na água destilada, o progresso da terapia parenteral foi mais rápido.

No entanto, a grande utilidade da terapia parenteral no pós-operatório foi restringida durante muitas décadas, pelo conceito de que o paciente cirúrgico apresentava uma intolerância ao sal. Isto se baseava na observação de que, no pós-operatório, a excreção urinária de sódio diminuía muito, chegando a quase zero quando se administravam *pequenas* quantidades de soluções salinas. Na época, acreditou-se que isto refletia uma incapacidade do rim, pós-cirurgia, de tolerar grandes quantidades de sal. Em vista disso, pacientes no pós-operatório receberam, por muitos anos, apenas uma solução de água e glicose. É evidente que, numa análise retrospectiva, muitas das complicações pós-operatórias, como o íleo prolongado, insuficiência renal, hipotensão, catabolismo excessivo, etc., podem ser atribu-

ídas a déficits de volume e sódio.<sup>1</sup> Apenas quando se evidenciou que a redução de sódio urinário no pós-operatório era uma resposta compensatória, é que passaram a ser administradas soluções mais balanceadas.

Nas últimas décadas, têm havido grandes progressos nesta área. Técnicas mais sofisticadas permitiram uma análise da composição corporal, de seus vários compartimentos líquidos e de seus constituintes. Foram determinadas as necessidades básicas diárias do organismo com relação à água, a eletrólitos, minerais, vitaminas e, inclusive, necessidades energéticas (calorias) e suas fontes: lipídios, carboidratos e proteínas. Com isto, tornou-se possível modificar a necessidade básica, para corrigir déficits decorrentes de perdas anormais de água, solutos e fontes de energia.

O suporte nutricional e a hiperalimentação passaram a ter um lugar de destaque na terapia parenteral, complementando a terapia hidroeletrolítica. A escolha entre a reposição hidroeletrolítica e a de agentes nutritivos (nutrição parenteral) passou a depender do período em que o paciente permanecerá em jejum. A reposição de água e eletrólitos não deverá prolongar-se por mais de sete dias (em média), sem um suporte nutricional. A partir de então, a nutrição parenteral poderá atender às necessidades básicas de água, eletrólitos e substratos energéticos.

O capítulo atual integra os conhecimentos adquiridos nos capítulos anteriores sobre a fisiologia e distúrbios dos compartimentos líquidos, água, sódio, potássio e equilíbrio ácido-básico, abordando os princípios da reposição hidroeletrolítica. As indicações, técnica, complicações e resultados da nutrição parenteral são os assuntos do capítulo seguinte.

### COMO SE FORMULA O PLANO PARENTERAL DIÁRIO?

A etapa inicial para a formulação do plano parenteral é a obtenção de todos os dados possíveis da história clínica, exame físico e dados laboratoriais.<sup>2</sup>

Na *história*, alguns sintomas podem sugerir distúrbios hidroeletrolíticos específicos. Por exemplo, se o paciente relatar que está vomitando, é mais provável que apresente uma alcalose metabólica e um déficit de sódio e potássio. Se ele tiver sintomas de insuficiência cardíaca congestiva, poderá apresentar um excesso de sódio. Rápidas mudanças no peso geralmente traduzem ganho ou perda líquida. As informações sobre ingesta e excreta são extremamente úteis.<sup>2</sup>

Há necessidade de uma anotação diária do volume de líquido administrado e da quantidade excretada sob a forma de urina, perdas gastrintestinais, drenagem etc. A determinação diária do peso, quando possível, pode servir como guia para as necessidades diárias de sódio (v. a seguir).

As determinações das concentrações plasmáticas de

sódio, potássio, cloro, bicarbonato, glicose, uréia e creatinina já são rotina na maioria dos hospitais e, como veremos, são de extrema valia no diagnóstico e correção dos distúrbios hidroeletrolíticos.

O método delineado a seguir, para a reposição hidroeletrolítica, foi idealizado e aperfeiçoado pelo Dr. Belding H. Scribner, da Universidade de Washington, em Seattle, Estados Unidos.<sup>2</sup> Ele acredita que o método é útil porque permite a formulação de um plano parenteral diário para cada paciente. Portanto, o plano é individualizado, de acordo com as necessidades do paciente naquele momento. Acreditamos, particularmente, que a sua grande utilidade também está em proporcionar um plano de trabalho para o diagnóstico e o tratamento de problemas *complexos*.

Uma vez obtida toda a informação possível do paciente, a formulação do plano obedece à seguinte ordem:

- 1) Cálculo da necessidade básica: refere-se à quantidade de líquidos e eletrólitos que se prevê como perdas para o paciente nas próximas 24 horas. Estas perdas incluem: perdas urinárias, digestivas e perdas sensíveis e insensíveis (pele e pulmão).
- 2) Cálculo das correções hidroeletrolíticas em face dos distúrbios detectados através de uma avaliação clínica e laboratorial.
- 3) O balanço entre a necessidade básica e as correções indica o total de líquido e eletrólitos a ser administrado.

### CÁLCULO DA NECESSIDADE BÁSICA

O plano parenteral básico tem por objetivo a reposição de perdas de fluidos e eletrólitos ocorridas em 24 horas, através da pele, pulmões, urina e outros fluidos corporais.

A necessidade básica de líquidos e eletrólitos corresponde à somatória das perdas ocorridas nas últimas 24 horas. Os volumes e a quantidade de eletrólitos necessários encontram-se expostos no Quadro 15.1. As estimativas baseiam-se em valores médios de populações saudáveis. Porém, quando o paciente se encontra internado, e estiver sendo monitorizada a diurese ou a dosagem dos eletrólitos urinários, estes valores são mais exatos e devem ser utilizados.

Recomendamos que seja utilizado o Quadro 15.3, para organizar a anotação dos volumes das perdas líquidas e eletrolíticas de cada paciente. Uma vez tabulados todos os dados de forma sistematizada, torna-se muito mais fácil calcular os subtotais, assegurando que todas as perdas sejam consideradas e repostas.

### Perdas Urinárias

#### VOLUME

O volume urinário para um indivíduo normal varia entre 500 ml (em condições de restrição hídrica intensa) e

Quadro 15.1 Necessidades básicas diárias				
Perdas	ÁGUA (ml/dia)	ELETRÓLITOS (mEq/dia)		
		Sódio	Potássio	Cloro
Urina	1.500	75	40	115
Sensível e Insensível	1.000	0	0	0
Gaстрintestinal, pH < 4 pH > 4	a	50 mEq/L 100 mEq/L	10 mEq/L 10 mEq/L	100 mEq/L 100 mEq/L

a) indica-se o volume perdido no dia anterior.

b) a secreção gástrica contém ainda 90 mEq de H<sup>+</sup> por litro.

2.500 ml ao dia. O volume urinário de 1.500 ml, utilizado para cálculo, representa um valor médio entre os volumes urinários mínimo e máximo excretados habitualmente. Desta forma, se o volume líquido administrado for excessivo em relação às necessidades do paciente, o rim excretará o excesso, e se porventura for insuficiente, ele conservará o máximo possível de líquido. É necessário lembrar também que a urina contém dois componentes líquidos: um, correspondente à água sem eletrólitos, e outro, em que a água veicula eletrólitos. Por exemplo, num volume urinário de 1.500 ml, com sódio de 75 mEq/litro, concluímos que cerca de 500 ml são suficientes para a eliminação do sódio sob forma de uma solução isotônica, enquanto os restantes 1.000 ml correspondem a água livre.

Quando o paciente apresenta um distúrbio da função renal, os rins não são capazes de variar a excreção de água e eletrólitos de acordo com a ingesta. Por exemplo: a) se o paciente apresenta oligúria devido a um comprometimento orgânico do rim, haverá uma incapacidade do rim em regular o balanço de água. A administração excessiva de líquido em relação ao volume excretado causará um excesso de água no organismo. Nestes casos, o volume urinário da necessidade básica deverá ser igual ao volume de urina excretada (v. também manejo da insuficiência renal aguda — Cap. 20); b) da mesma forma, a presença de edema implica um excesso de volume extracelular e, portanto, de sódio total. É preciso, então, reduzir a necessidade básica de sódio a zero.

É necessário lembrar que o metabolismo de proteínas, gorduras e carboidratos produz a chamada água endógena, num volume de cerca de 400 ml ao dia. O metabolismo de 1 g de lipídios gera 1 ml de água; de 1 g de glicose, 0,64 ml de água, e de 1 g de proteína, 0,4 ml de água. Este volume de água pode, em algumas circunstâncias especiais, como a insuficiência renal anúrica, contribuir para o aparecimento de hiponatremia dilucional.

## SÓDIO

A ingesta média diária de sódio é de 135 a 170 mEq (8 a 10 g de sal). Os rins são capazes de conservar ou excretar

mais sódio quando há modificações da dieta, num processo de adaptação que é efetivo após alguns dias (v. Cap. 10). Para atender às necessidades básicas, costumamos administrar 50-75 mEq diários de sódio, permitindo ao rim eliminar uma maior ou menor quantidade, de acordo com as necessidades.<sup>3</sup>

## POTÁSSIO

A perda diária habitual pela urina e fezes é de 40 mEq (v. Cap. 12).<sup>3</sup> Na necessidade básica, administramos estes 40 mEq, observando que caberá ao rim modular a excreção deste íon, de acordo com as necessidades.

## CLORO

A necessidade básica de cloro é deduzida pela soma da necessidade dos dois cátions: Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup>.

## SENSÍVEL E INSENSÍVEL

Habitualmente consideramos, para a necessidade básica, uma perda líquida diária pela pele e pulmões da ordem de 1.000 ml. A perda diária através da pele está em torno de 400 ml, mas aumenta muito por sudorese profusa, febre, ambientes quentes e de pouca umidade. As perdas eletrolíticas na sudorese e respiração são desprezíveis (v. Quadro 15.1: zero nas colunas de sódio, potássio e cloro), e a reposição é feita apenas com água. Caso haja febre, acrescentar mais 100 ml de água para cada grau acima de 38°C. Em presença de taquipnéia, adicionar 100-200 ml para cada 4 movimentos respiratórios por minuto acima de 20 no homem e 16 na mulher. Se a sudorese for excessiva, haverá perdas eletrolíticas que deverão ser repostas.

## Perdas Gastrintestinais

### VOLUME

No plano parenteral básico são levadas em conta as perdas ocorridas pela drenagem de fluidos corporais, através de sondas e fístulas. Procura-se fazer uma estimativa

antecipada do volume a ser eliminado nas próximas 24 horas, baseando-se nas perdas ocorridas em dias anteriores. Isto é, se um paciente vem eliminando 1.000 ml de suco gástrico ao dia, é natural esperar que ele elimine a mesma quantidade nas próximas 24 horas. No entanto, é importante salientar que, se uma avaliação ao final das primeiras oito horas revela um volume eliminado próximo do esperado para as 24 horas, há necessidade de revisar o plano terapêutico traçado.

### ELETRÓLITOS

Sem dúvida, o melhor meio de avaliar as perdas eletrolíticas em um determinado fluido do trato gastrointestinal é proceder à análise bioquímica do líquido. Como isto não é realizado rotineiramente, utilizamos algumas regras práticas. No caso do suco gástrico, costuma-se utilizar o seguinte raciocínio: suco gástrico de pH superior a 4 tem uma concentração de sódio em torno de 100 mEq/L, ou 10% do volume eliminado; se o pH for inferior a 4, a concentração de sódio será de 50 mEq/L, ou 5% do volume eliminado. De modo geral, consideramos que o suco gástrico eliminado apresenta pH menor que 4. Exemplo: volume de suco gástrico eliminado = 1.500 ml, com pH = 6; quantidade provável de sódio eliminado: 10% de 1.500 = 150, ou seja, 150 mEq de sódio.

A perda de potássio no suco gástrico é pequena e não varia com a acidez do líquido. O cálculo é geralmente feito na base de 10 mEq/L, ou 1% do volume eliminado. A concentração habitual de cloro está em torno de 100 mEq/L (Quadro 15.2).

Para as demais secreções do trato gastrointestinal, o Quadro 15.2 demonstra as concentrações eletrolíticas médias nos fluidos pancreáticos, biliares, intestinais, etc. Estas perdas também devem ser repostas no plano básico.

## CÁLCULO DAS CORREÇÕES

A segunda fase do plano parenteral tem por objetivo a correção de distúrbios encontrados em cada uma das categorias enumeradas a seguir: 1) água; 2) sódio; 3) ácido-básico; 4) potássio, e 5) sangue e plasma. Deve ser rotineiramente verificada a presença de distúrbios em cada um destes elementos. Isto será extremamente útil na abordagem dos distúrbios hidroeletrólíticos mais complexos.

Na folha de reposição hidroeletrólítica, há uma seção específica para correções (Quadro 15.3). Se não há distúrbios a corrigir, deve-se colocar um zero na coluna apropriada. Um sinal de adição (+) ou subtração (-) indica se a quantidade deverá ser adicionada ou retirada do plano parenteral.

### Correções para a Água

Naturalmente as considerações feitas no Cap. 9 são valiosas para a análise e a compreensão dos distúrbios do metabolismo da água. Como foi frisado, a maneira mais prática de avaliar a necessidade de água é determinar o sódio plasmático, que reflete a osmolalidade plasmática. O objetivo é administrar uma quantidade de água que mantenha o sódio plasmático entre 130 e 135 mEq/L.

Considerando que a água corporal total (ACT) equivale a cerca de 60% do peso corporal, o déficit ou excesso de água podem ser calculados pela fórmula abaixo. Ao se comparar a água corporal normal com a atual, será possível verificar a magnitude do excesso ou déficit.

$$\text{Água atual} = \frac{\text{Água normal} \times \text{Sódio normal}}{\text{Sódio atual}}$$

Quadro 15.2 Conteúdo eletrolítico dos fluidos corporais (mEq/L)					
LÍQUIDO	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Volume (L/dia)
Saliva	30	20	35	15	1-1,5
Suco gástrico — pH < 4	50	10	100	-	2,5
Suco gástrico — pH > 4	100	10	100	-	2
Bile	145	5	110	40	1,5
Duodeno	140	5	80	50	-
Pâncreas	140	5	75	90	0,7-1
Íleo	130	10	110	30	3,5
Ceco	80	20	50	20	-
Cólon	60	30	40	20	-
Suor	50	5	55	-	0-3
Ileostomia — recente	130	20	110	30	0,5-2
Ileostomia — adaptada	50	5	30	25	0,4
Colostomia	50	10	40	20	0,3

Adaptado de Koch, S.M.<sup>7</sup>

Quadro 15.3 Folha de reposição hidroeletrólítica					
<i>Plano Básico</i>					
Fonte	Volume	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	
Urina					
Sensível × Insensível					
Gaстрintestinal					
Total – Básico (A)					
<i>Plano de Correções</i>					
Fonte	Volume	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	Bic
Água					
Sódio					
Potássio					
Ácido-Básico					
Sangue e plasma					
Total – Correções (B)					
TOTAL (A + B)					
<i>Prescrição médica:</i>					
1. _____					
2. _____					
3. _____					
4. _____					

Adaptado de Scribner, B. H.<sup>2</sup>

Exemplo: Um paciente de 65 anos, que usualmente pesa 70 kg, chega ao hospital com um quadro de gastroenterite, queixando-se de sede. A determinação do sódio plasmático revela uma concentração de 154 mEq/L. Baseado no sódio plasmático, o diagnóstico inicial é de hipernatremia (déficit de água livre). Que quantidade de água livre deve ser administrada no plano parenteral de correção? Observe o cálculo, empregando-se a fórmula anterior.

Água corporal total normal = 60% de 70 kg = 42 litros

$$\text{Água atual} = \frac{\text{Água normal} \times \text{Sódio normal}}{\text{Sódio atual}}$$

$$\text{Água atual} = \frac{42 \times 140}{154} = 38$$

Portanto, se a água normal é 42 litros e a atual é 38 litros, existe déficit de 4 litros de água livre. Na coluna de correção para a água, anotaremos: – 4.000 ml.

## Correções para o Sódio

Os dados importantes de história e exame físico para uma avaliação das necessidades de sódio já foram abordados no Cap. 10, onde mencionamos que se pode estimar o déficit de sódio através de uma avaliação criteriosa dos sinais físicos e pressão arterial e pulso nas três posições (deitado, sentado e de pé). A ausência de sinais ao exame físico, mas com história de perdas fluidas, permite o diagnóstico de depleção de pelo menos 10%. A variação da pressão e pulso permite a caracterização de graus mais intensos de déficit de sódio: 20 a 30% ou 40 a 50% do volume extracelular.

A orientação dada no Cap. 10 para avaliar o sódio no organismo é a habitualmente utilizada no dia-a-dia. Poderão ocorrer, uma ou outra vez, dúvidas quanto às reais necessidades de sódio. Podemos, então, lançar mão de uma outra maneira de avaliar as necessidades de sódio, com base na interpretação das alterações do peso corporal. Estas alterações podem refletir mudanças no volume extracelular e, portanto, mudanças no sódio total. Mas, para que

o peso reflita o volume extracelular, duas correções são necessárias: uma para o catabolismo e outra para a água intracelular.

Estas correções são necessárias, pois é óbvio que, se um indivíduo perdeu 2 kg nas últimas 48 horas, parte pode ter sido devido a uma diminuição do volume extracelular, parte a um déficit de água, e o restante, ao catabolismo por jejum, infecção etc. Atribui-se ao catabolismo uma perda diária de peso (massa protéica e gordurosa) entre 0,3 e 0,5 kg, dependendo do grau de catabolismo. A seguinte equação indica os fatores que causam alterações no peso:

$\Delta \text{ peso} = \Delta \text{ VEC} + \Delta \text{ LIC} - \text{Perda de massa protéica e gordurosa}$ , onde:

$\Delta \text{ peso} = \text{diferença entre o peso inicial e final}$ ;

$\Delta \text{ VEC} = \text{diferença entre o volume de líquido extracelular inicial e final}$ ;

$\Delta \text{ LIC} = \text{diferença entre a quantidade de líquido (água) intracelular inicial e final}$ ;

Perda de massa protéica e gordurosa = diferença na massa celular devido ao catabolismo diário.

A água intracelular equivale a 40% do peso corporal, e supõe-se que alterações na água intracelular reflitam alterações na osmolalidade plasmática e, conseqüentemente, alterações no sódio plasmático. Desta forma, a diferença no líquido intracelular será:

$$\Delta \text{ LIC} = \text{LIC} \times P_{\text{Na}}$$

$P_{\text{Na}}$  = diferença entre o sódio plasmático inicial ( $P_{\text{Nai}}$ ) e o sódio plasmático final ( $P_{\text{Naf}}$ ) em relação ao sódio plasmático inicial.

Pode-se também usar a percentagem de alteração no sódio plasmático (= %  $\Delta \text{ Na}$ ). Logo,  $\Delta \text{ LIC} = (0,4 \times \text{peso}) \times (P_{\text{Nai}} - P_{\text{Naf}}) / P_{\text{Nai}}$

A equação final será:

$$\Delta \text{ peso} = \Delta \text{ VEC} + (0,4 \times \text{peso}) \times (P_{\text{Nai}} - P_{\text{Naf}}) / P_{\text{Nai}} - (0,3 \times \text{n.}^\circ \text{ dias})$$

ou, substituindo  $(P_{\text{Nai}} - P_{\text{Naf}}) / P_{\text{Nai}}$  por %  $\Delta \text{ Na}$ :

$$\Delta \text{ peso} = \Delta \text{ VEC} + (0,4 \times \text{peso}) \times \% \Delta \text{ Na} - (0,3 \times \text{n.}^\circ \text{ dias})$$

Exemplo: Um paciente de 60 kg é submetido a uma gastrectomia total, recebendo apenas água e eletrólitos por via parenteral. No 10.º dia de pós-operatório, seu peso é de 58 kg. O sódio plasmático inicial e agora no 10.º dia é o mesmo: 140 mEq/L. Qual foi a alteração no volume extracelular?

Aplicando a equação anterior, teremos:

$$- 2 \text{ kg} = \Delta \text{ VEC} + (24 \text{ litros} \times 0 - 3 \text{ kg})$$

$$- 2 \text{ kg} = \Delta \text{ VEC} + (0 - 3 \text{ kg})$$

$$- 2 \text{ kg} = \Delta \text{ VEC} - 3 \text{ kg}$$

$$\Delta \text{ VEC} = + 1 \text{ litro.}$$

Comentário: A análise dos dados deste paciente permite deduzir que, no 10.º dia de pós-operatório, ele deveria ter perdido 3 kg à custa do catabolismo. No entanto, ele perdeu só 2 kg, e, como não houve variação no sódio plasmático, deduz-se que não houve variação na água intracelular. Portanto, o aumento de 1 kg foi à custa de um aumento no volume extracelular.

Suponhamos agora que, no mesmo exemplo anterior, o sódio plasmático esteja em 126 mEq/L no 10.º dia de pós-operatório. Vejamos qual a alteração no volume extracelular.

$$\Delta \text{ peso} = \Delta \text{ VEC} + (0,4 \times \text{peso}) \times (P_{\text{Nai}} - P_{\text{Naf}}) / P_{\text{Nai}} - (0,3 \times \text{n.}^\circ \text{ dias})$$

$$- 2 \text{ kg} = \Delta \text{ VEC} + (0,4 \times 60) \times (140 - 126) / 140 - 0,3 \times 10$$

$$- 2 \text{ kg} = \Delta \text{ VEC} + 24 \times 10\% - 3$$

$$- 2 \text{ kg} = \Delta \text{ VEC} + 2,4 - 3$$

$$- 2 \text{ kg} = \Delta \text{ VEC} - 0,6$$

$$\Delta \text{ VEC} = - 1,4 \text{ litro.}$$

Comentário: Como houve uma redução do sódio plasmático da ordem de 10% ( $140 - 126 = 14$  ou 10% de 140), este paciente ganhou 10% do volume de água intracelular (24 litros), ou seja, 2,4 litros. Como no final de 10 dias ele deveria ter perdido 3 kg devido ao catabolismo e adquirido 2,4 kg pelo ganho de água, a redução de peso deveria ser de apenas 0,6 kg. Mas, como ele perdeu 2 kg, isto significa que o volume extracelular foi reduzido em 1,4 litro, como se deduziu acima.

A correção para sódio implica a administração de uma solução isotônica de água e sódio. Se chegarmos à conclusão de que há um déficit de sódio da ordem de 1.000 ml, colocamos na coluna de volume o valor de 1.000 ml precedido do sinal -. Nas colunas do sódio e cloro, colocamos o valor 150 mEq, que se refere à quantidade de sódio e cloro existente por litro de solução salina isotônica.

Na presença de edema e, portanto, de excesso de sódio no organismo, nenhuma solução contendo sódio será administrada, e a coluna de  $\text{Na}^+$  terá apenas zeros.

## O TERCEIRO ESPAÇO

Este termo foi criado para descrever um compartimento físico ou fisiológico no qual líquidos do organismo, especialmente o líquido extracelular, acumulam-se em decorrência de uma lesão e não mais participam do volume circulante.<sup>1,4</sup> Seria talvez mais preciso imaginar este líquido como um volume seqüestrado internamente e oriundo do líquido extracelular. Desta forma, pode haver uma enorme diminuição no volume extracelular, sem que haja alteração do peso. Como dissemos, este líquido localiza-se mais comumente em tecidos lesados, como na pele, após queimaduras; na superfície peritoneal, após uma agressão química ou bacteriana; na massa muscular esquelética, após trauma ou esmagamento; acúmulo intraluminal de

secreções digestivas no caso de uma obstrução intestinal e o próprio líquido ascítico. Até que exista um restabelecimento da integridade celular dos tecidos lesados, este líquido acumulado não tem valor funcional. É importante lembrar que, como este líquido se origina do extracelular, inicialmente há uma redução do volume extracelular, e o organismo responde com retenção de água e sal, que se traduz por aumento do peso.

A redução da excreção de sódio urinário que ocorre no pós-operatório, que por muitos anos foi interpretada como uma intolerância do rim ao sódio (v. introdução do capítulo), nada mais é que uma resposta fisiológica face a uma redução do volume extracelular, decorrente de uma sequestração de líquido (terceiro espaço) na área de incisão cirúrgica, área de dissecação e nos espaços manipulados, como ocorre com o edema das alças intestinais pós-manipulação.

### Sangue e Plasma

Se houver uma redução importante do volume globular ou evidência de sangramento ativo, a administração de sangue pode estar indicada. Da mesma forma, nos processos inflamatórios intraperitoneais (peritonites) ou no grande queimado, a perda de plasma é significativa, e a sua reposição será importante na manutenção de um bom volume circulante.

É importante salientar que o volume plasmático e o volume extracelular podem variar em direções opostas. Por exemplo, na presença de hipoproteinemia e edema, o volume extracelular está aumentado e o volume plasmático reduzido, podendo haver sinais de hipovolemia.

### Ácido-básico

O processo diagnóstico de um distúrbio ácido-básico já foi abordado no Cap. 11. Ficou explícito que, se houver uma alcalose metabólica, a correção da depleção do volume extracelular e do déficit de potássio, em geral, será suficiente. Raramente há necessidade da administração de ácidos minerais.

Se o diagnóstico é de acidose metabólica, calculamos a quantidade de bicarbonato de sódio a ser administrada (já abordada no Cap. 11) e anotamos na coluna do sódio. Lembrar de anotar, na coluna de volume, a quantidade de líquido que será utilizada para administrar o bicarbonato. Também é necessário deduzir, da necessidade básica ou da correção para sódio, a quantidade de sódio administrada com o bicarbonato de sódio.

### Potássio

O potássio plasmático nos dá uma idéia do potássio total do organismo. Uma vez determinado o déficit (método

exposto no Cap. 12), anotamos o valor na coluna do potássio e do cloro. Um outro modo de fazer um cálculo aproximado do déficit de potássio é o seguinte:<sup>3</sup>

1. Se  $K^+$  sérico  $> 3$  mEq/L: para elevar o  $K^+$  sérico em 1 mEq/L, há necessidade de administrar de 100 a 200 mEq de potássio.
2. Se  $K^+$  sérico  $< 3$  mEq/L: para elevar o  $K^+$  sérico em 1 mEq/L, há necessidade de administrar de 200 a 400 mEq de potássio.
3. Para cada alteração no pH de 0,1 unidade, há uma alteração *inversa* de 0,6 mEq/L na concentração sérica de  $K^+$ . Exemplo: pH = 7,3;  $K^+$  = 4,6 mEq/L. Como houve uma *redução* de 0,1 no pH, o  $K^+$  sérico se *elevou* em 0,6 mEq/L. Com a correção do pH para 7,4, o  $K^+$  sérico voltará a 4,0 mEq/L.

## PRINCÍPIOS GERAIS DO PLANO PARENTERAL

1. É necessário que se faça apenas uma estimativa da magnitude do distúrbio, a qual servirá de guia para a reposição. Uma determinação exata não é possível e tampouco necessária.
2. À medida que se faz a correção do distúrbio, o plano terapêutico seguinte deverá aproximar-se da necessidade básica e permitir que o próprio rim faça os ajustes finais.
3. Nunca há necessidade de corrigir o distúrbio *completamente* nas primeiras 24 horas.
4. Cálcio, magnésio e fósforo normalmente não são acrescentados às soluções hidrossalinas que se destinam a uma reposição hidroeletrólítica de poucos dias de duração, porém são essenciais na nutrição parenteral. No Cap. 13 se encontram as diretrizes para o diagnóstico e o tratamento dos distúrbios relacionados a esses elementos.

## PLANO DE ADMINISTRAÇÃO

Na folha de reposição hidroeletrólítica, determinam-se os totais combinados de volume e eletrólitos da necessidade básica e correções.

**Sódio.** É administrado sob a forma de solução salina isotônica, na qual cada 1.000 ml possui 150 mEq de sódio. Se a quantidade de sódio a ser determinada for de 300 mEq, são necessários 2.000 ml de solução salina isotônica (soro fisiológico). Este volume (2.000 ml) é deduzido do volume total do líquido previsto na reposição.

**Água.** É administrada sob a forma de uma solução de glicose a 5% (isotônica). Soluções de glicose mais concentradas (10, 20 ou 50%) poderão ser utilizadas, mas por veia central, já que em veia periférica soluções hipertônicas causam flebite.

**Potássio.** É encontrado sob a forma de cloreto de potássio, acetato de potássio e fosfato de potássio. Na reposição hidroeletrólítica, geralmente utilizamos o cloreto de potássio. As outras formas de apresentação são reservadas para a nutrição parenteral. O KCl a 19,1% (ampolas de 10 ml) contém 2,5 mEq de  $K^+$  por ml. A quantidade de potássio prevista na reposição é distribuída preferencialmente pelos frascos de soro glicosado a 5%. Evita-se a colocação de potássio em soro fisiológico porque, numa emergência (p. ex., choque), o líquido a ser administrado rapidamente é o soro fisiológico e nunca o soro glicosado. Se o soro fisiológico contiver  $K^+$ , sua administração rápida poderá causar sérias arritmias cardíacas. Evitar uma concentração de  $K^+$  superior a 30 mEq/L, pois concentrações maiores causam irritação e dor ao longo da veia. Se o paciente se apresenta oligúrico ou com retenção nitrogenada, é preferível não adicionar potássio ao primeiro frasco de solução. Se houver boa diurese em resposta à reposição líquida, adiciona-se potássio aos demais frascos.

## PRESCRIÇÃO MÉDICA

A prescrição do plano parenteral:

- especifica a solução básica a ser administrada: soro fisiológico, soro glicosado a 5% etc.;
- especifica o volume de cada solução básica: 1.000 ml, 3.000 ml etc.;
- identifica os frascos de cada solução por um número consecutivo: p. ex., soro fisiológico, 3.000 ml; frascos 1, 2 e 3;
- indica os aditivos a serem usados na solução: p. ex., adicionar 10 ml de KCl 19,1% aos frascos 4, 5, 6 e 7 de soro glicosado a 5%;
- indica a velocidade de infusão, ou gotejamento por minuto. Aproximadamente, utilizando-se equipamentos comuns de infusão, a seguinte relação é válida:

gotas/min	ml/h	L/24 h
6	21	0,5
12	42	1
18	63	1,5
24	84	2

## EXEMPLOS

Exemplo n.º 1: Uma jovem de 28 anos é submetida a uma colecistectomia e, 24 horas após, apresenta-se bem, apenas com sede. Dados vitais: PA 140/80 mm Hg, deitada; pulso: 80 b.p.m.; T = 36,2°C; FR = 10 m.r.m.; peso 60 kg; diurese das 24 horas: 600 ml; sódio e potássio plasmáticos: 147 mEq/L e 3,9 mEq/L, respectivamente; drenagem nasogástrica: 2.500 ml (pH = 6,0). Formular o plano parenteral para as próximas 24 horas. Acompanhe pelo Quadro 15.4.

1.ª etapa — cálculo do plano básico:

- Perda por diurese = 600 ml, com 30 mEq de  $Na^+$ ; 15 mEq de  $K^+$  e 45 mEq de cloreto.
- Perda sensível e insensível = 1.000 ml (sem eletrólitos).
- Perda gastrintestinal = 2.500 ml (é previsto um volume de perda igual ao do dia anterior). Como o pH do suco gástrico é elevado, a perda de sódio equivale a 10% do volume eliminado, ou seja, 250 mEq; a perda de potássio geralmente é de 1% do volume eliminado: 25 mEq.

2.ª etapa — cálculo do plano de correções:

- Água: A análise deste caso mostra que há um déficit de água (traduzido por hipernatremia). No cálculo do déficit, verificamos que a água corporal normal desta paciente deveria ser 36 litros; porém, com sódio plasmático de 147 mEq/L, a água corporal (atual) se encontra em 34,2 litros. Existe, portanto, um déficit de 1.800 ml.
- Sódio: Não são evidenciados sinais de depleção ou excesso do extracelular, apesar de uma certa redução no débito urinário em relação ao esperado para um adulto normal. Observe que os dados de pressão arterial e pulso estão normais. Não é necessária correção.
- Potássio: O potássio sérico está normal. Não é necessária correção.
- Ácido-básico: Não há dados.
- Sangue e plasma: Não há dados.

Exemplo n.º 2: Um homem de 35 anos é trazido para o Serviço de Emergência do hospital após ter sido encontrado por amigos num estado semi-estuporoso. Segundo os amigos, ele vinha bebendo muito nos últimos dias. A história médica pregressa era irrelevante, a não ser por um tratamento ambulatorial de úlcera péptica. Ao exame físico, ele se apresentava obnubilado, com os seguintes dados vitais:

PA (deitado): 100/60 mm Hg

PA (sentado): 40/? mm Hg

Pulso (deitado): 100 b.p.m.

Pulso (sentado): 140 b.p.m.

Freq. Resp.: 18 m.r.m.

Temp = 38°C

Peso: 60 kg

As veias jugulares não eram visíveis em decúbito dorsal. O exame do abdome acusou dor epigástrica e ruídos hidroaéreos hipoativos. Não havia edema. Os exames de laboratório revelaram: hematócrito = 45%; 10.500 leucócitos com 75% de polimorfonucleares; glicemia = 120 mg/100 ml; sódio plasmático = 125 mEq/L; potássio plasmático = 3,0 mEq/L; cloro plasmático = 75 mEq/L; bicarbonato plasmático = 25 mEq/L; creatinina = 1,8 mg/100 ml; pH arterial = 7,41;  $pCO_2$  = 38 e  $pO_2$  = 60. Formular o plano parenteral para as próximas 24 horas (Quadro 15.5).

Quadro 15.4 Plano parenteral: exemplo n.º 1					
<i>Plano Básico</i>					
Fonte	Volume	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	
Urina	600	30	15	45	
Sensível × Insensível	1.000	0	0	0	
Gastrintestinal	2.500	250	25	275	
Subtotal — Básico	4.100	310	40	320	
<i>Plano de Correções</i>					
Fonte	Volume	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	Bic
Água	+1.800	0	0	0	0
Sódio	0	0	0	0	0
Potássio	0	0	0	0	0
Ácido-Básico	0	0	0	0	0
Sangue e plasma	0	0	0	0	0
Subtotal — Correções	1.800	0	0	0	0
TOTAL	5.900	310	40	320	0

Do total de 5.900 ml, qual volume de soro fisiológico (SF) é necessário para repor 310 mEq de sódio? Em 1 litro de SF há 150 mEq de sódio e 150 mEq de cloreto. Por uma regra de três, concluímos que são necessários aproximadamente 2.000 ml de SF. O restante do volume será repostado sob forma de soro glicosado a 5% (SG 5%).

São necessários ainda 40 mEq de potássio, ou seja, 16 ml de KCl a 19,1%. O cloreto é veiculado com o sódio (NaCl) e com o potássio (KCl).

**Prescrição médica para o exemplo n.º 1:**

1. Soro fisiológico: 2.000 ml (frascos 1 e 2); EV, 24 gotas/minuto.
2. Soro glicosado a 5%: 4.000 ml (frascos 3, 4, 5 e 6); EV, 48 gotas/minuto.
3. KCl a 19,1% — acrescentar 4 ml em cada frasco de soro glicosado a 5% (frascos 3, 4, 5 e 6).

Quadro 15.5 Plano parenteral: exemplo n.º 2					
<i>Plano Básico</i>					
Fonte	Volume	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	
Urina	1.500	75	40	115	
Sensível × Insensível	1.000	0	0	0	
Gastrintestinal	0	0	0	0	
Subtotal — Básico	2.500	75	40	115	
<i>Plano de Correções</i>					
Fonte	Volume	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	Bic
Água	-2.000	0	0	0	0
Sódio	3.600	540	0	540	0
Potássio	0	0	90	90	0
Ácido-Básico	0	0	0	0	0
Sangue e plasma	0	0	0	0	0
Subtotal — Correções	1.600	540	0	630	0
TOTAL	4.100	615	130	745	0

Do total de 4.100 ml, qual volume de soro fisiológico (SF) é necessário para repor 615 mEq de sódio? Cerca de 4.000 ml. Você percebe que, nesta situação, todo o volume a ser administrado para o paciente será composto por soro fisiológico.

São necessários 130 mEq de potássio (52 ml), que, pela ausência de SG 5% no plano, serão fracionados entre os frascos de SF.

**Prescrição médica para o exemplo n.º 2:**

1. Soro fisiológico: 4.000 ml (frascos 1, 2, 3 e 4); EV, 48 gotas/minuto.
2. KCl 19,1%: acrescentar 13 ml em cada frasco de soro fisiológico (frascos 1, 2, 3 e 4).

1.<sup>a</sup> etapa — cálculo do plano básico:

- Perda por diurese = desconhecida – considerar 1.500 ml, com 75 mEq de Na<sup>+</sup>; 40 mEq de K<sup>+</sup> e 115 mEq de cloreto.
- Perda sensível e insensível = 1.000 ml (sem eletrólitos).
- Perda gastrintestinal = não houve.

2.<sup>a</sup> etapa — cálculo do plano de correções:

- Água: A hiponatremia apresentada significa excesso de água. A água normal deste paciente de 60 kg deveria ser 36 litros. O cálculo da água atual demonstra um valor

atual de cerca de 40 litros. Portanto, o excesso de água é de 4 litros. Não há necessidade de fazer a correção total nas primeiras 24 horas. Além disso, se retirarmos os 4 litros, não teremos volume para administrar sódio. Portanto, na coluna para volume, colocamos + 2.000 ml.

- Sódio: Existe uma diminuição da pressão arterial e aumento da frequência cardíaca com a mudança da posição deitado para sentado, e jugulares invisíveis. Isso permite fazer o diagnóstico de uma depleção do espaço extracelular de cerca de 20-30%. Como o espaço extracelular equivale a 20% do peso corporal, a depleção

Quadro 15.6 Conversões comumente utilizadas		
	mEq do ânion ou cátion/g de sal	mg de sal/mEq
NaCl	17 <sup>s</sup>	58
NaHCO <sub>3</sub>	12	84
Lactato de sódio	9	112
NaSO <sub>4</sub> · 10H <sub>2</sub> O	6	161
KCl	13	75
Acetato de potássio	10	98
Gluconato de potássio	4	234
CaCl <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O	14	73
Gluconato <sub>2</sub> de cálcio · 1H <sub>2</sub> O	4	224
Lactato <sub>2</sub> de cálcio · 5H <sub>2</sub> O	6	154
MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	0,8	123
NH <sub>4</sub> Cl	19	54

§Lembrar que, numa dieta, 1 g de Na<sup>+</sup> contém 43 mEq, enquanto 1 g de sal (NaCl) contém 17 mEq de Na<sup>+</sup>. Desta forma, uma dieta contendo 4 g de sódio tem a mesma quantidade de sódio que uma dieta com 10 g de sal.

Modificado de Boedecker E.C. e Dauber J.H.<sup>8</sup>

Quadro 15.7A Composição* das principais soluções utilizadas em terapia hidroeletrólítica							
FLUIDO	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Osm	pH	PCO
Soro glicosado a 5%	0	0	0	0	252	5,0	0
Solução salina a 0,9%	154	154	0	0	308	5,7	0
Solução salina a 3%	513	513	0	0	1.025	5,8	0
Ringer lactato**	130	109	4	3	275	6,5	0
Albumina 5%	130-160	130-160	0	0	308	6,9	20
Albumina 25%	130-160	130-160	0	0	1.500	6,9	100
Plasma fresco	140	100	4	0	300	6,7-7,3	20
Hidroxietil-amido (6%)	154	154	0	0	310	5,5	70
Dextran 70 (6%)	154	154	0	0	287	3-7	60

\*Eletrólitos em mEq/L

\*\* Contém 28 mEq de lactato por litro.

Osm = osmolaridade (mOsm/L)

PCO = pressão coloidosmótica (mm Hg)

Adaptado de Kumar, A.; Wood, K.E.<sup>9</sup>

Quadro 15.7B Expansão inicial de volume (< 3 horas) com alguns fluidos intravenosos (ml)*				
FLUIDO	EIC	EEC	EIT	PL
Soro glicosado a 5%	600	40	255	85
Solução salina a 0,9%	- 100	1.100	825	275
Solução salina a 3%	- 2.950	3.950	2.690	990
Ringer lactato	0	1.000	670	330
Albumina 5%	0	1.000	100	900
Albumina 25%	0	1.000	- 3.500	4.500
Papa de hemácias	0	1.000	130	870
Plasma fresco	0	1.000	0	1.000
Sangue total	0	1.000	0	1.000
Dextran 70 (6%)	0	1.000	- 1.000	2.000
HAES-steril	0	1.000	- 500	1.500

\*Após infusão de 1 litro de solução.  
 EIC = espaço intracelular  
 EIT = espaço intersticial

EEC = espaço extracelular  
 PL = volume plasmático  
 Adaptado de Carlson, R.W.; Rattan, S.; Haupt, M.<sup>10</sup>

Quadro 15.8 Principais aditivos utilizados						
ADITIVOS	ELETRÓLITOS - mEq/ml					
	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-§</sup>
NaCl 20%	3,4	-	3,4	-	-	-
KCl 19,1%	-	2,5	2,5	-	-	-
Gluc. Cálcio 10%	-	-	4,8	-	-	4,8
CaCl <sub>2</sub> 10%	-	-	13,6	13,6	-	-
Sulfato de Mg 10%	-	-	-	-	8,1	-
NaHCO <sub>3</sub> 10%	1,2	-	-	-	-	1,2
NH <sub>4</sub> Cl 20%	-	-	3,75	-	-	-

§Incluídos lactato, gluconato, acetato.  
 Modificado de Faintuch, J.<sup>11</sup>

Quadro 15.9 Perda estimada de líquido e sangue de acordo com os dados clínicos iniciais do paciente				
	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV
Perda de sangue (ml)	Até 750	750-1.500	1.500-2.000	> 2.000
Perda de sangue (% volume sanguíneo)	Até 15%	15-30%	30-40%	> 40%
Pulso (b.p.m.)	< 100	> 100	> 120	> 140
Pressão de pulso (mm Hg)	N ou ↑	↓	↓	↓
Freq. respiratória (m.r.m.)	14-20	20-30	30-40	> 35
Diurese (ml/h)	> 30	20-30	5-15	Desprezível
Estado mental / SNC	Ansiedade leve	Ansiedade moderada	Ansiedade e confusão	Confusão e letargia
Reposição volêmica (regra 3:1)	Cristalóide	Cristalóide	Cristalóide e sangue	Cristalóide e sangue

A regra 3:1 se baseia no fato de que a maior parte dos pacientes em choque hemorrágico necessita de 300 ml de solução eletrolítica para cada 100 ml de sangue perdido. A avaliação clínica contínua de cada paciente pode minimizar as dificuldades existentes para o cálculo exato da quantidade e tipo de fluidos a administrar. Baseado em: Advanced Trauma Life Support.<sup>12</sup>

apresentada neste caso corresponde a 2.400-3.600 ml. Neste caso, optamos por reposição de 3.600 ml, pois a PA e o pulso em decúbito dorsal poderiam ser considerados alterados.

- Potássio: O potássio sérico encontra-se diminuído (2,5 mEq/litro). Como não há distúrbio ácido-básico nem desvio iônico, a necessidade de potássio deste paciente está entre 200 e 400 mEq. Outra forma de calcular a necessidade de potássio é através da Fig. 12.5, onde verificamos que para um potássio de cerca do 3,0, corresponde uma deficiência de 10%. Calculando o potássio total ( $45 \text{ mEq/kg} = 45 \times 60 = 2.700 \text{ mEq}$ ), concluímos que o déficit é de 270 mEq. Não há necessidade de corrigir este déficit nas primeiras 24 horas, e, além do mais, como estamos restringindo água livre, não temos volume para administrar o potássio, pois não desejamos ultrapassar a concentração de 30 mEq/L. Em vista disso, optamos pela correção de apenas 1/3 do déficit total e anotamos 90 mEq na coluna do potássio e cloro.
- Ácido-básico: sem distúrbios.
- Sangue e plasma: sem distúrbios.

## APÊNDICE

### Soluções Cristalóides

São soluções verdadeiras em que sólidos cristalinos estão dissolvidos em água, sob a forma de íons ou moléculas. Exemplo: solução salina isotônica, solução de Ringer lactato, solução glicosada 5%. Os cristalóides são infundidos no espaço intravascular, mas distribuem-se em todo o espaço extracelular e, eventualmente, para o intracelular.<sup>5</sup>

- 1) Soro glicosado a 5% (SG 5%): é uma solução hipotônica, que veicula água e pequena quantidade de glicose. Em condições normais, a glicose é assimilada pelas células e não causa alterações na glicemia do paciente. Porém, no diabetes melito, pode desenvolver-se hiperglicemia. Num paciente não-diabético, ao administrarmos SG 5% juntamente com SSI, a SSI permanecerá no espaço intravascular; a glicose será metabolizada, e a água livre se distribuirá no espaço extracelular e intracelular. É útil no tratamento da hipernatremia, como forma de administração de água livre, veículo para a administração de medicamentos, manutenção de acessos venosos permeáveis. Soluções mais concentradas de glicose (10, 20 ou 50%) podem ser utilizadas, mas causam flebite quando infundidas em veias periféricas. Como não contém sódio, não é adequada para repleção do extracelular.<sup>6</sup>
- 2) Solução salina a 0,9% — isotônica (SSI): esta solução é denominada isotônica por apresentar tonicidade semelhante à do plasma. É utilizada quando se necessita expandir o espaço extracelular, pois o sódio é o principal cátion deste espaço, e determina seu volume. Uma so-

lução que contenha sódio tende a se distribuir no espaço de distribuição do sódio, ou seja, no extracelular. Soluções hipotônicas contêm um maior teor de água livre, que se distribuirá parte para o extracelular e parte para o intracelular. A solução salina isotônica é adequada para a correção de depleção do espaço extracelular, manejo líquido em pós-operatório (em que soluções hipotônicas causariam hiponatremia), correção inicial do choque, hemorragias e queimaduras. Por ser isotônica, esta solução não provoca desvios de líquido entre compartimentos. Em 1 litro desta solução há aproximadamente 150 mEq de sódio.<sup>5,6</sup>

- 3) Ringer lactato: é uma solução levemente hipotônica, que contém sódio e lactato. No fígado, o lactato é convertido em bicarbonato. Sua utilização atenua a acidose metabólica dilucional que poderia ocorrer em situações em que é necessária a reposição de grandes volumes de solução salina isotônica.
- 4) Solução salina a 3%: é uma solução cristalóide hipertônica, que promove desvios de água do intracelular para o intravascular. É utilizada no tratamento da hiponatremia sintomática.

### Soluções Colóides

São suspensões de partículas muito grandes, que não atravessam membranas semipermeáveis. Sua presença em um dos lados da membrana exerce uma força de atração (pressão oncótica) que é proporcional à sua concentração. Os colóides são utilizados para manter o volume plasmático, produzindo uma expansão efetiva do volume circulante, com pouca ou nenhuma perda para o interstício. A permanência destas soluções no intravascular (quando o endotélio está íntegro) aumenta a duração de sua ação. Se o endotélio estiver lesado, pode haver escape de solução colóide para o interstício. Devido às características da distribuição destas soluções, doses menores de colóide causam maior expansão do intravascular que os cristalóides. De modo geral, na ausência de lesão endotelial significativa, são necessários três volumes de solução cristalóide para promover um efeito equivalente a 1 volume de solução colóide em expansão do intravascular (“regra 3:1”). Esta distribuição modifica-se muito no choque séptico. São exemplos de colóides: a albumina, o hidroxietil-amido, os dextrans e as gelatinas.<sup>5</sup>

As referências bibliográficas 13 a 23 demonstram a controvérsia atual existente em torno da escolha da solução mais adequada a ser administrada em situações especiais.

- 1) Albumina (Albumina Humana 20%®): é a principal proteína do soro, contribuindo com 80% da pressão oncótica do plasma. É disponível em solução a 20%. Doses acima de 20 ml/kg causam maior aumento no intravascular que o volume infundido, pois o incremento na pressão oncótica provoca movimento de líquido para o

- intravascular. A meia-vida intravascular da albumina é de 16 horas. É um efetivo expansor de volume no trauma e choque. São argumentos contra seu uso a possibilidade de transmissão de doenças infecciosas (hepatite e SIDA) e a ocorrência de eventuais reações anafiláticas.<sup>5</sup>
- 2) Hidroxietil-amido (Haes-Steril®): é um polímero ramificado da glicose, com peso molecular e *clearance* variáveis. É um expansor efetivo de volume. Acima de 20 ml/kg, pode causar coagulopatia. Não possui o risco de transmitir infecções; a possibilidade de reações anafiláticas é pequena.<sup>5</sup>
- 3) Dextrans (Dextran 40®): são misturas de polímeros da glicose, de vários tamanhos e pesos moleculares (dextran 40 e dextran 70). A expansão de volume causada por estas soluções depende do peso molecular, quantidade, velocidade de administração e taxa de eliminação. A infusão de dextran 70 causa expansão mais prolongada e efetiva que o dextran 40. Estas soluções modificam as propriedades reológicas do sangue na microcirculação (diminuem a viscosidade), podendo melhorar o consumo de oxigênio em pacientes gravemente doentes. Como os outros colóides sintéticos, pode causar reações de hipersensibilidade e efeitos sobre a coagulação.<sup>5</sup>
- 4) Gelatinas (Haemacel® e Hisocel® a 3,5%): o nível e a duração de seu efeito sobre o volume plasmático dependem da taxa de infusão. De modo geral não alteram a coagulação e são eliminadas inalteradas pelos rins e intestino. Experimentalmente, demonstrou-se que esta solução pode extravasar para o compartimento intersticial com certa rapidez.<sup>5</sup>

### Outras Soluções e Aditivos para Uso Parenteral

- 1) Cloreto de potássio a 19,1% (KCl 19,1%): é o aditivo utilizado para repor as perdas e deficiências de potássio, principalmente em pacientes intolerantes ao potássio administrado por via oral. A dose prescrita deve ser cuidadosamente observada. O potássio é um agente irritante para as veias, dependendo de sua diluição (se maior que 30 mEq/litro). Mais importante, porém, é que pacientes com disfunção renal podem desenvolver hipercalemia fatal.<sup>6</sup> Neste caso é preferível não adicionar potássio ao primeiro frasco de solução. Se houver boa diurese em resposta à reposição líquida, adiciona-se potássio aos demais frascos. O potássio pode ser administrado com o soro glicosado ou com solução salina isotônica. Como apresentado no Cap. 12, a infusão com soro glicosado causa a entrada de potássio mais rapidamente nas células, devido à liberação de insulina, o que dificultaria a correção do potássio no sangue. Por outro lado, após a correção de uma hipocalemia grave, evita-se colocar o potássio em soro fisiológico, pois, numa emergência (p.ex., o choque), o líquido a ser administrado rapidamente é o soro fisiológico e nunca o soro glicosado. Se o soro fisiológico contiver potássio, sua administração poderá causar complicações cardíacas. Cada ml desta solução contém 25 mEq de potássio.
- 2) Bicarbonato de sódio: está disponível a solução de bicarbonato de sódio a 8,4%, que contém 1 mEq de bicarbonato e 1 mEq de sódio por ml. Frascos de 250 ml.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DUKE, J.H. Jr. e BOWEN, J.C. Fluids and electrolytes: basic concepts and recent developments. *Contemporary Surgery*, 7:19, 1975.
2. SCRIBNER, B.H. *Teaching Syllabus for the Course on Fluid and Electrolyte Balance*, 1969, University of Washington, Seattle.
3. ARIEF, A.I. Principles of parenteral therapy and parenteral nutrition. Cap. 13, pág. 567. *Clinical Disturbance of Fluid and Electrolyte Metabolism*. Edits. M.M. Maxwell e C.R. Kleeman. McGraw-Hill Co., 1972.
4. CHAPMAN, W.H. et al. *The Urinary System. An Integrated Approach*. Cap. 4, pág. 89. W.B. Saunders Co., 1973.
5. McCUNN, M.; KARLIN, A. Nonblood fluid resuscitation. *Anesth. Clin. North America*, 17(1):107-123, 1999.
6. PRESTON, R.A. IV solutions and IV orders. In: Preston, R.A. *Acid-Base, Fluids, and Electrolytes Made Ridiculously Simple*, Cap. 2, pp. 31-38, MedMaster Inc., 1997.
7. KOCH, S.M. Appendix: Critical care catalog. In: Civetta, J.M.; Taylor, R.W.; Kirby, R.R. *Critical Care*, 1997.
8. BOEDECKER, E.C. e DAUBER, J.H. *Manual of Medical Therapeutics*, 21 st. edition. Little, Brown and Co., 1974.
9. KUMAR, A.; WOOD, K.E. Hemorrhagic and hypovolemic shock. In: Parrillo, J.E. *Current Therapy in Critical Care Medicine*, 1997.
10. CARLSON, R.W.; RATTAN, S.; HAUPT, M. *Anesth. Rev.*, 17 (suppl.3):14, 1990.
11. FAINTUCH, J. Hidratação no pós-operatório. Cap. 38, pág. 311. *Manual de Pré- e Pós-Operatório*. Edits. J. Faintuch, M.C.C. Machado e A.A. Raia. Edit. Manole Ltda., 1978.
12. AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS *Advanced Trauma Life Support*, 1993.
13. BUNN, F.; ALDERSON, P.; HAWKINS, V. Colloid solutions for fluid resuscitation (Cochrane Review) — *The Cochrane Library*, Issue 1, 2002.
14. ALDERSON, P.; SCHIERHOUT, G.; ROBERTS, I.; BUNN, F. Colloids versus crystalloids for fluid resuscitation (Cochrane Review) — *The Cochrane Library*, Issue 1, 2002.
15. KWAN, I.; BUNN, F.; ROBERTS, I. (WHO Pre-Hospital Trauma Care Steering Committee). Timing and volume of fluid administration for patients with bleeding following trauma. (Cochrane Review) — *The Cochrane Library*, Issue 1, 2002.
16. WHATLING, P.J. Intravenous fluids for abdominal aortic surgery (Cochrane Review) — *The Cochrane Library*, Issue 1, 2002.
17. ORLINSKY, M.; SHOEMAKER, W.; REIS, E.; KERSTEIN, M.D. Current controversies in shock and resuscitation. *Surgical Clinics of North America*, 81(6), dec. 2001.
18. NGUYEN, T.T.; GILPIN, D.A.; MEYER, N.A.; HERNDON, D.N. Current treatment of severely burned patients. *Annals of Surgery*, 223(1):15-26, 1996.
19. ASTIZ, M.E.; RACKOW, E.C. Crystalloid-colloid controversy revisited. *Critical Care Medicine*, 27(1):34-35, 1999.
20. INTERNATIONAL TASK FORCE Practice parameters for hemodynamic support of sepsis in adult patients. *Critical Care Medicine*, 27(3):639-660, 1999.
21. HENRY, S.; SCALEA, T.M. Resuscitation in the new millennium. *Surgical Clinics of North America*, 79(6):1259-1267, 1999.
22. WAXMAN, K. Are resuscitation fluids harmful? *Critical Care Medicine*, 28(1):264-265, 2000.
23. DROBIN, D.; HAHN, R.G. Volume kinetics of Ringer's solution in hypovolemic volunteers. *Anesthesiology*, 90(1):81-91, 1999.