

Reposição volêmica perioperatória

Perioperative volemic repositioning

Michelle Nacur Lorentz¹

RESUMO

Justificativa e objetivos: a reposição volêmica perioperatória tem sido alvo de inúmeros trabalhos, focando-se no debate entre o uso de criataloides ou coloides, bem como reposição restritiva ou liberal. Como ainda não existe consenso nesse assunto que interessa a todos os anesthesiologistas, foi escrito este artigo objetivando esclarecer as principais vantagens e desvantagens de cada tipo de fluido utilizado na reposição volêmica perioperatória. Conteúdo: são apresentados sucintamente os diferentes tipos de fluidos utilizados para repor o volume, as possíveis vantagens e desvantagens de cada um, bem como seus efeitos adversos. Conclusões: a reposição volêmica deve integrar o conhecimento dos fluidos utilizados, com o volume total administrado e os procedimentos específicos, pois diferentes procedimentos têm diferentes fisiopatologias de distribuição dos fluidos.

Palavras-chave: Reposição Volêmica; Hidratação; Criataloides; Coloides; Assistência Perioperatória.

¹ Título Superior de Anestesiologia pela Sociedade Brasileira de Anestesiologia – TSA/SBA; Anesthesiologista do Hospital Biocor

ABSTRACT

Justification and purposes: The perioperative volemic reposition has been the focus of several studies which discuss the use of crystalloids or colloids, as well as the restrictive or unrestrictive repositioning. As there has been no consensus on this issue which is of interest to all anesthesiologists, this paper has been written with the purpose of explaining the main advantages and disadvantages of each type of fluid used in the perioperative volemic repositioning. Content: Different types of fluids used to reposition the volume, possible advantages and disadvantages of each one as well as their adverse effects are briefly shown in this article. Conclusions: In order to better understand the volemic repositioning it is important to know about the fluids used, the total volume administered and the specific procedures, as different procedures have different pathophysiologies of fluid distribution.

Key words: Volemic Reposition; Fluid Therapy; Crystalloids; Colloids; Perioperative Care.

INTRODUÇÃO

O fluido intracelular compõe $\frac{2}{3}$ da água (H_2O) corporal total, que corresponde a aproximadamente 45 L no adulto. O $\frac{1}{3}$ restante se divide em espaço intersticial, aproximadamente 15 L no adulto, e espaço intravascular, aproximadamente 3 L no adulto.¹ De acordo com a Lei de Starling, o fluxo entre a membrana capilar depende do balanço de forças oncóticas e hidrostáticas, também sendo influenciado pela permeabilidade. Tem-se procurado fluidos que tenham propriedades oncóticas a fim de prevenir ou minorar a formação do edema. Teoricamente, os coloides geram menos

Instituição:
Hospital Biocor Belo Horizonte, MG – Brasil

Endereço para correspondência:
Rua Marquês de Maricá, 181, apto. 1.502
Bairro: Santo Antônio
Belo Horizonte, MG – Brasil
CEP: 30350-070
E-mail: mnacur@yahoo.com.br

edema e, utilizando o modelo de Starling, os benefícios dos colóides na reposição volêmica seriam mais pronunciados em membranas não permeáveis que nas permeáveis, pois estas reduzem a retenção dos fluidos no espaço intravascular (iv).^{1,2}

O consumo de oxigênio (VO_2) independe da oferta até certo ponto, pois, em condições normais, a oferta é bem maior que o consumo. O aumento do consumo se faz à custa do aumento da extração tecidual. Quando ocorre diminuição da oferta de oxigênio (DO_2) até um ponto crítico (± 300 mL), começa a haver desoxia, os marcadores começam a indicar anaerobiose com aumento do lactato e o consumo começa a depender da oferta. Outros fatores acometem a oxigenação tecidual como a hipovolemia, hipervolemia e hipotermia. A hipovolemia leva à diminuição da oferta tissular de oxigênio (O_2), diminuição da perfusão tecidual, acúmulo de lactato, alteração na microcirculação, ativação da cascata inflamatória e acidose metabólica. Pode ocorrer dano tecidual como insuficiência renal aguda e insuficiência de múltiplos órgãos. Quando mais intensa e prolongada a hipovolemia, mais possibilidades de alterações no organismo. Hipovolemia aguda leva ao estímulo de barorreceptores, com aumento da frequência cardíaca (Fc), resposta hormonal com aumento do cortisol, hormônio antidiurético (ADH) e epinefrina; redistribuição de fluxo sanguíneo de órgãos menos nobres para os mais nobres (rím, coração e cérebro), distribuição de fluidos (do espaço extravascular para o iv), aumento da extração de O_2 , desvio da curva de dissociação da hemoglobina para a direita e queda da pressão arterial (PA). O aumento da Fc e a diminuição do débito urinário usualmente precedem a diminuição da PA.³ A hipotermia e hipovolemia levam à vasoconstrição, diminuição do aporte de O_2 aos tecidos, diminuição da proteção contra infecção bacteriana e da produção de superóxidos.^{1,2} A administração de líquidos em excesso gera hipervolemia, que resulta em aumento da demanda cardíaca, do trabalho renal, edema pulmonar, retenção vesical, alterações da coagulação, atelectasia, translocação bacteriana, acidose metabólica, insuficiência respiratória, redução da oferta de O_2 e má-cicatrização de feridas.⁴

Durante a ressuscitação volêmica, deve-se manter a função microvascular e restaurar a capacidade de carrear O_2 . O que define um bom expansor plasmático é a capacidade de manutenção prolongada do volume, manutenção da PA, não interferir no sistema de coagulação, ser efetivo em baixas concentrações e manter a pressão de perfusão tissular. O alvo da expansão plasmática atualmente é a função

microvascular, já que esta é determinante da perfusão tecidual. A perfusão tecidual é caracterizada pela densidade funcional capilar (FCD), logo, o gatilho da transfusão pode ser o gatilho da viscosidade. A reposição ou substituição da hemoglobina por soluções colóides ou cristalóides é bem tolerada até a alteração de 50% das hemácias, o que leva à concentração de hemoglobina de 7g/dL em pacientes hígidos.

REPOSIÇÃO PERIOPERATÓRIA DE FLUIDOS

Dois tipos de perdas devem ser repostas: as que ocorrem durante todo o tempo pela produção de urina e perspiração e as exclusivamente devidas ao trauma cirúrgico. Além destas, verifica-se translocação de fluidos de um espaço para outro, que pode ser de dois tipos: o tipo 1 é a translocação fisiológica que ocorre continuamente e o tipo 2 exclusivamente no período perioperatório, podendo ser decorrente de duas causas: perda da barreira vascular e iatrogenia (quando o anestesiológista administra fluidos em excesso).^{1,2} O trauma operatório causa resposta proporcional à sua magnitude, a resposta inflamatória gera diminuição na pressão coloidosmótica do plasma, aumento da permeabilidade capilar e resulta em transferência de líquidos do espaço iv para o intersticial. O pico da translocação de fluidos acontece cinco horas no pós-operatório (PO) e persiste até 72 horas após a cirurgia. Voluntários sadios demoram dois dias para eliminar excesso de 22 mL/kg de fluidos ($\pm 1,5$ L). A translocação de fluidos para fora do espaço iv é perigosa, mas a reabsorção também o é, pois pode resultar em sobrecarga cardíaca e edema pulmonar. O ganho de peso perioperatório é um marcador do fluido estocado fora do espaço iv e tem forte associação com mortalidade. Teoricamente, os cristalóides repõem as perdas fisiológicas e os colóides repõem o sangue. Embora não haja produto fisiológico que possa imitar o sangue, a tendência atual é diminuir as transfusões até um gatilho transfusional em torno de 7 a 8 g/dL.

OBJETIVOS DA REPOSIÇÃO VOLÊMICA

Os principais objetivos da reposição volêmica são manter a volemia, otimizar a pré-carga e a capacidade de transportar O_2 , lembrando-se de que otimizar não significa maximizar³. Também é importante manter a estabilidade hemodinâmica, o balanço hidroeletróliti-

co e ácido-básico, otimizar as trocas gasosas e a oxigenação dos tecidos e proteger a microvasculatura.¹⁻³

TIPOS DE FLUIDOS

Os coloides são substâncias grandes que não atravessam as membranas e permanecem no plasma. A glicose é rapidamente metabolizada, sendo a água restante distribuída por toda a H₂O corporal e mais de 90% vão para o espaço intracelular. Os cristaloides que contêm Na⁺ distribuem-se no espaço extracelular, sendo que 80% vão para o interstício e 20% permanecem no espaço iv (Figura 1).

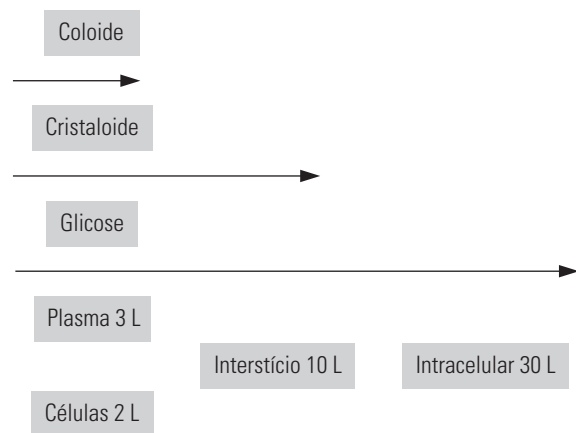


Figura 1 - Distribuição dos fluidos.

CRISTALOIDES (Tabela 1)

O soro fisiológico (NaCl 0,9%) é hiperosmolar e tem muito cloreto (Cl⁻), podendo gerar acidose hiperclorêmica.⁵ Embora não se saiba a consequência clínica dessa acidose, estudos em animais demonstraram diminuição da perfusão renal e filtração glomerular⁴ e Wilkes *et al.* referiram aumento de náuseas e vômitos pós-operatórios (PONV) em idosos.⁵ O

ringer lactato (RL) tem cloreto de sódio, cloreto de potássio e de cálcio, além de lactato de sódio. O RL teve seu sódio diminuído com acréscimo do potássio que serve como tampão - o que aumentou o pH da solução - e é moderadamente hipotônico e menos ácido que o NaCl 0,9%. A administração de cristaloides em excesso pode gerar expansão intersticial, edema periférico, pulmonar e hipercoagulabilidade, devido à diluição dos fatores anticoagulantes.

Os cristaloides hipertônicos apresentam baixo custo, geram expansão plasmática de cinco vezes o volume infundido e devem ser administrados num volume de até 4 mL/kg. Sua vantagem é a redução da pressão intracraniana (PIC). Por outro lado, a sobrecarga salina pode ocasionar acidose hiperclorêmica, estados hiperosmolares, vasoconstrição renal, liberação de ADH, retenção de fluidos, PONV e hiperventilação. A desidratação celular (retirada de água da célula para o vaso), hipernatremia, aumento da contratilidade miocárdica e aumento do sangramento são efeitos transitórios, porém preocupantes. Os cristaloides hipertônicos são preconizados nos casos de lesão cerebral, com aumento da PIC e edema, existindo tendência a utilizá-los nos casos de trauma fechado com lesão cerebral na tentativa de diminuir o edema cerebral e manter a pressão arterial (PA). Entretanto, trabalhos mais recentes não confirmaram vantagem dos cristaloides hipertônicos sobre os isotônicos.⁶

COLOIDES

São considerados expansores plasmáticos por provocarem menos perda capilar e menos edema pulmonar que os cristaloides. Eles reduzem a expressão de mediadores inflamatórios, melhoram a microcirculação e oxigenação tecidual e promovem ressuscitação volêmica superior à dos cristaloides. Entretanto, efeitos colaterais (EC) já foram observados. O coloide

Tabela 1 - Composição dos cristaloides

	Na	Cl	K+	Ca++	Mg	Tampão	pH	Osmolaridade
Plasma	141	103	4-5	5	1	Bicarbonato 22	7,4	289
NaCl 0,9%	154	154	-	-	-		5,7	308
RL	130	109	4	3		Lactato 28	6,4	273
Ringer	147	156	4	4,5			5,5	309
NaCl 7,5%	1.283	1.283					5,7	2.567
Plasmalyte	140	98	5		3	Acetato 27 Gluconato 28		

ideal seria aquele com distribuição apenas iv, que promova estabilidade hemodinâmica sem acúmulo nos órgãos, tenha mínima incidência de anafilaxia, não interfira no sistema de coagulação e no equilíbrio ácido-básico (A-B) e seja compatível com sangue e hemoderivados. Esse coloide ainda não existe.

COLOIDES NATURAIS

Albumina: é um coloide amplamente utilizado para repor volume e tratar hipoalbuminemia, mas seu uso tem sido feito baseado mais no hábito que no embasamento científico. Nos EUA é produzida nas concentrações de 5 e 25%. A albumina praticamente não tem risco de infecção, por ser *pool* de plasma fresco aquecido a 60° durante 10 horas. Embora poucos ECs tenham sido reportados, deve-se lembrar que este é o substituto mais caro do plasma. As contraindicações para seu uso são alergia, estados hipervolêmicos, disfunção cardíaca grave com edema pulmonar e hipocoagulação dilucional. A segurança da albumina foi questionada por metanálise da Cochrane.⁷ Trabalho publicado posteriormente demonstrou não haver aumento de mortalidade dos pacientes que receberam albumina quando comparados ao NaCl 0,9% em 7.000 pacientes críticos.⁸ A albumina ainda é muito usada em cirurgia cardíaca⁹, especialmente pediátrica, sendo seu uso baseado principalmente no receio de aumento do sangramento que ocorria com coloides antigos, porém a maioria dos estudos foi feita nos EUA, onde os coloides modernos foram aprovados mais tardiamente. Hannart *et al.*¹⁰ compararam albumina com HES130/0,4 em cirurgia cardíaca pediátrica, sem evidenciar diferença nas perdas sanguíneas. Estudos recentes comparando albumina com cristaloides e outros coloides, em idosos submetidos à cirurgia cardíaca e abdominal, não salientaram diferenças hemodinâmica ou inflamatórias.^{11,12} Em contraste, estudo em pacientes com trauma cerebral e hipovolemia enfatizou mais mortalidade no grupo tratado com albumina.¹³ A recomendação atual é que seu uso seja restrito a situações específicas, preferindo-se coloides mais modernos para reposição do volume.¹⁴ Todavia, as indicações para seu uso ainda não estão bem elucidadas.

Albumina 5%: tem pressão oncótica (PO) de 20 e promove expansão plasmática de 70% do volume administrado. Seu efeito expansor tem duração de 12 a 18 horas. **Albumina 25%:** tem PO de 70 e promove expansão plasmática de quatro a cinco vezes o volume administrado. Pode causar danos renais. Leva

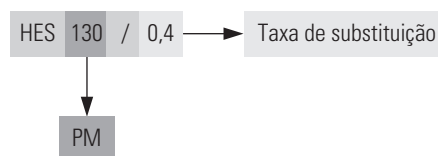
à contração intersticial, não sendo indicado em situações de hipovolemia, apenas para repor albumina.

COLOIDES SINTÉTICOS

Dextran: os dextrans são polímeros de glicose. O dextran 40 tem poder oncótico de 40, promove expansão de 1 a 1,5 vez o volume administrado e tem duração do efeito de 6 h. O dextran 70 tem poder oncótico de 70, promove expansão de 0,8 vez o volume administrado e tem duração do efeito de 12 h. Vários problemas são relacionados às dextrans, como inibição da agregação plaquetária, interferência com o fator VIII e prova cruzada, fibrinólise, insuficiência renal aguda (IRA) e anafilaxia.

Gelatinas: são soluções coloides preparadas pela hidrólise do colágeno bovino. As gelatinas de 1ª geração foram muito associadas a reações anafiláticas, por terem carga negativa mínima e baixa PO. As gelatinas fluidas modificadas (GFM) são iso-oncóticas em relação ao plasma e têm meia-vida de quatro horas. A carga negativa aumentou o que as tornou mais alongadas e com PO mais alta (pelo seu maior tamanho). A PO é de 100% em quatro horas. A GFM não tem cálcio nem potássio, não é incompatível com sangue, por não ter cálcio, não há evidências de que altere a função renal e seu efeito na coagulação é reduzido. A GFM tem concentração de 40 g/L (4%), pH de 7,4 e osmolaridade de 274 mosm/L. A succinilação da GFM (diferente das gelatinas de 1ª geração) diminuiu as reações anafiláticas.

Amidos: são substâncias derivadas do amido do milho ou da batata, formadas por várias moléculas de glicose com seis átomos de carbono. Para ser utilizado, teve que sofrer modificação química chamada hidroxietilação, que diminui a quebra do amido pela amilase e aumenta o seu poder de expansão plasmática (Figura 2).



Peso molecular	
Hetastarch – 450.000	1ª Geração
Pentastarch – 200.000	2ª Geração
Tetastarch – 130.000	3ª Geração

Figura 2 - Nomenclatura dos amidos

O metabolismo dos amidos é feito pela α amilase. A meia-vida de eliminação é de 69,7 horas para o HES 200/0,62; 30,6 horas para o HES 200/0,51; e 12 horas para o HES 130/0,4. O *clearance* do HES é lento, resultando que HES de 1ª e 2ª geração não são eliminados do plasma em menos de 24 horas. São características dos amidos: concentração (g/L); peso molecular (PM), quanto maior o PM maior a PO; substituição molar (MS) e coeficiente C₂/C₆ (quanto o carbono 2 foi mais substituído que o 6). A hidroxilação das subunidades de glicose ocorre de C₂ a C₆ e os HES com alta razão C₂/C₆ são degradados lentamente. Quanto mais substituição molar e PM, mais permanência no plasma, entretanto, também aumenta o risco de ECs, como anafilaxia, prurido e IRA.¹⁵

Na prática, os HES são identificados por três números: o primeiro indica a concentração da solução, o segundo representa o peso molecular expresso em Kilodalton (KDA) e o terceiro, e mais importante, indica a substituição molar (MS C₂/C₆). A concentração influencia principalmente o efeito inicial no volume, sendo as soluções 6% isso-oncóticas e 10% hiperoncóticas. A PM varia de 670 a 10 KDA, moléculas menores são excretadas mais rapidamente, apesar do PM ter reduzido impacto no acúmulo no plasma, sendo mais importante para isto o grau de substituição molar. O *clearance* depende do MS C₂/C₆. Ensaio clínicos têm mostrado diferenças significantes entre HES de diferentes gerações no que diz respeito à coagulação, estoque tecidual e função renal. O acúmulo no plasma de HES já foi notado após doses repetidas em voluntários. Após três infusões com pequenas doses, a concentração plasmática 24 horas após era maior que o pico de concentração da primeira dose.^{15,16} Os amidos são nomeados de acordo com a taxa de substituição molar (MS): sete resíduos de hydroxyethyl por 10 subunidades de glicose são chamados heptastarches. Quando há outros níveis de substituição, muda-se a nomenclatura: Hexastarch (MS=0,6), Pentastarch (MS=0,5) e Tetrastarch (MS=0,4). A substituição de hydroxyetilação lentifica a degradação enzimática pela amilase e prolonga o tempo de retenção intravascular, logo, as gerações mais antigas de HES com altas MS permanecem acumuladas no plasma mais tempo, diferentemente da última geração de tetrastarches.

Dois tipos de soluções carreadoras podem ser usados nos HES: NaCl 0,9% e solução balanceada, que mimetiza a composição plasmática. A acidose hiperclorêmica do NaCl 0,9% ocorre tipicamente

quando mais de 3 L são infundidos, com 2 L ou menos ocorre apenas modesta alteração do *base excess* (BE). Como os colóides raramente são usados acima dessa dose, a acidose hiperclorêmica não costuma ser problema com o uso dos HES. As soluções balanceadas podem ser benéficas em termos de coagulação e função plaquetária, embora haja pequeno número de publicações comparando soluções balanceadas com soluções não balanceadas.¹⁷

As moléculas de HES interferem na cascata de coagulação e plaquetas, pois diminuem o fator VIII e fator de *Von Willebrand*, com aumento de sangramento perioperatório (hipocoagulação). Hiperbilirrubinemia pode ocorrer com amido derivado da batata. Acúmulo nos tecidos é comum, sendo o prurido a principal manifestação clínica. Alteração da função renal é fator limitante ao uso dos HES e estes são considerados fator independente de risco para IRA. Os HES de 1ª e 2ª geração foram associados a vários efeitos adversos, especialmente IRA, sangramento e estocagem nos tecidos, o que limitou seu uso. Os HES de 3ª geração são apresentados pela literatura como “mais seguros” que a geração “mais antiga”, embora não se saiba qual é a dose segura para a função renal.¹⁸

FARMACOCINÉTICA E FARMACODINÂMICA DO HES 130/0,4 (VOLUVEN®)

O Voluven® é o HES 130/0,4 que apresenta osmolaridade de 308 mOsm/L, PM de 130.000, grau de substituição molar entre 0,38 e 0,45, conteúdo eletrolítico de 154 mEq/L de Na⁺ e Cl⁻ e meia-vida de seis horas. A baixa MS (0,4) aumenta a degradação e minimiza a retenção na circulação e nos tecidos, com mínimo acúmulo no plasma. Após 24 horas não há efeito no volume. O HES 130/0,4 foi aprovado pela FDA em 2008. É a única geração de HES com estudos controlados em crianças. Em pacientes submetidos a cirurgias abdominais e de grande porte, o HES 130/0,4 apresentou efeitos melhores na microcirculação, porém são necessários mais estudos para investigar esses efeitos.¹⁸ O HES 130/0,4 tem menos efeitos na coagulação que outros HES, embora já tenha sido demonstrado que altas doses de HES 130/0,4 (50ml/Kg) teve efeito similar na coagulação que HES 200/0,5 (30 mL/Kg) mais gelatina. Em cirurgias cardíacas houve piora da formação do coágulo.¹⁹ Alteração da função renal é uma das principais preocupações com o uso dos HES e, embora o HES130/0,4 pareça não alterá-la

de forma significativa, não se sabe qual é a dose segura. O HES130/0,4 já foi testado em grupos de pacientes especiais (comorbidades cardíacas, pulmonares e idosos), cuja interpretação da segurança clínica desse fármaco deve ser feita com cautela, pois embora a dose de 50 mL/Kg/dia seja considerada segura, os trabalhos que resultaram em sua aprovação pela FDA utilizaram doses mais baixas.

ESCOLHA DO FLUIDO DE REPOSIÇÃO _____

Na escolha dos fluidos de reposição deve-se levar em consideração a hemoreologia, que é a deformidade gerada por um líquido e fluxo gerado pelo mesmo, as condições de hemostasia, a integridade vascular, a magnitude e duração da expansão plasmática desejada e a função inflamatória celular. Os coloides são substâncias que não atravessam membranas e permanecem no plasma. Os cristaloides isotônicos permanecem em torno de 20% no espaço iv e 80% no espaço intersticial. Geram diluição dos fatores anticoagulantes e o hipercoagulação. O Nacl 0,9% tem mais Na, não tem solução tampão, sendo mais ácido, e tem também mais cloreto, levando à acidose hiperclorêmica. Em modelos animais a hipercloremia iatrogênica está associada à diminuição da PA, do fluxo sanguíneo renal e aumento de vômitos pós-operatórios.

No transplante renal²⁰, o cristalóide isotônico é a primeira escolha, mas permanece a dúvida sobre qual o melhor cristalóide. Disfunção renal é associada à hipercloremia e acidose metabólica, que pode ser exacerbada com Nacl 0,9%. Por outro lado, o aumento do Cl⁻ pode gerar vasoconstrição renal pelo aumento da angiotensina II, embora esses pacientes tenham hipercloremia, não sendo comum o desenvolvimento de acidose importante (talvez pela reduzida duração do procedimento cirúrgico). Por outro lado, no transplante renal ocorre aumento do lactato e este também aumenta com RL. Plasmalyte é uma solução salina balanceada, que tem eletrólitos semelhantes ao plasma e não resulta em alteração no pH, podendo ser uma alternativa no transplante renal.

O RL é um cristalóide mais fisiológico que o Nacl 0,9%, devendo ser usado principalmente nas reposições acima de 2 L, para evitar acidose hiperclorêmica. O RL deve ser evitado em pacientes em uso de metformina, por alterar seu metabolismo, além disto, a conversão do lactato em glicose pode piorar o con-

trole do paciente diabético. O RL também deve ser evitado no edema cerebral, por ser moderadamente hipotônico, e em pacientes com hipercalemia, por ter potássio em sua composição. O Nacl 0,9% é indicado no edema cerebral, pois, sendo mais hipertônico que o plasma, diminui o edema, nas situações de PIC elevadas e no DM malcontrolado. Além disto, pode se misturar com sangue e hemoderivados.

O HES 130/0,4 diminui resposta inflamatória em cirurgias maiores, porém os HES podem produzir inibição plaquetária e diminuição da firmeza do coágulo. A polimerização do fibrinogênio é um fator principal no prejuízo à formação do coágulo. Assim, cirurgias ortopédicas maiores em que se antecipam grandes perdas sanguíneas, é interessante dosar a concentração inicial do fibrinogênio (ex. cirurgia em três níveis na coluna), o valor normal é 300 mg/dL, administrando-se fibrinogênio quando este diminui para 100 a 150 mg/dL ou 1 a 1,5 g/L. Nessas cirurgias ortopédicas, a polimerização do fibrinogênio é o principal problema da coagulopatia dilucional e tanto a polimerização do fibrinogênio quanto a formação do coágulo são mais afetados pelos coloides que pelos cristaloides.

CRISTALOIDE X COLOIDE _____

Existe tendência dos cristaloides a mover-se do espaço iv para o intersticial. Os coloides produzem mais aumento no índice cardíaco e volume sanguíneo se comparados aos cristaloides. Coloides resultam em menos edema e melhor qualidade de recuperação pós-operatória²¹. Coloides teoricamente provocam menos perda capilar e menos edema pulmonar, entretanto, estudos em pacientes com e sem desordens da permeabilidade têm apresentado resultados controversos. Ferreira *et al.*²² testaram a eficiência dos coloides em ressuscitação volêmica em animais, enfatizando que a ressuscitação utilizando coloides (7 mL/Kg HES130/0,4 + RL 33 mL/Kg) foi superior aos cristaloides (RL 40 mL/Kg). Van Der Heyden não encontraram diferenças na reposição de coloides ou cristaloides.²³ Coloides melhoram a microcirculação e oxigenação tecidual, mas não há evidências de que diminuam a mortalidade no trauma, queimadura ou perioperatório. Estudo avaliando ressuscitação volêmica em pacientes sépticos²³ (ou seja, que apresentam desordens da permeabilidade) comparando reposição com Nacl 0,9%, gelatina 4%, HES 6% e albumina 5% não encontrou diferença na

água extravascular e injúria pulmonar entre coloides e cristaloides. Esse resultado ocorreu tanto nos sépticos como nos não sépticos. A infusão de cristaloides tem indicação primária de repor as perdas fluidas como perspiração insensível e débito unitário; coloides, ao contrário, são indicados para repor déficits plasmáticos como perda sanguínea aguda ou fluidos ricos em proteínas que migraram para o espaço intersticial. Em situações clínicas em que se suspeita de fibrinólise, deve-se tentar estabilizar o coágulo, talvez o melhor seja os cristaloides. Na doença de Von Willebrand também parece lógica a escolha dos cristaloides.

COLOIDE X COLOIDE

Em estudo feito em ratos, o HES atenuou a permeabilidade capilar por exercer ação anti-inflamatória que não foi evidenciada com a GFM.²⁴ Estudo dos coloides na microcirculação concluiu que, quando comparada a gelatina ao dextran, o HES apresenta vantagem, por exercer efeito inibitório na disfunção microvascular isquêmica.²⁵ O balanço hídrico e efeitos hemodinâmicos são semelhantes entre GFM e amido 130/0,4. Sangramento e coagulopatias podem ocorrer com os amidos, efeitos na coagulação da GFM são mais reduzidos. A função renal é menos alterada com a GFM e esta não é considerada fator de risco independente para IRA. Trabalho de Boldt *et al.*²⁶ comparando os efeitos da gelatina com HES na função renal do idoso submetido à cirurgia cardíaca concluiu que o HES130/0,4 alterou menos a função renal que a gelatina. Estudo aleatório e randomizado sobre a incidência de edema pulmonar não o correlacionou com o tipo de fluido empregado.²⁷ Na comparação geral entre amidos e gelatinas, ambos são

iso-oncóticos, ou seja, substituem o volume perdido, tendo as gelatinas pH mais fisiológico; a duração de efeito é semelhante; os amidos interferem mais na coagulação; as gelatinas não têm limite superior de administração e têm menos acúmulo no tecido subcutâneo. Há menos ocorrência de IRA com GFM que com amido. As gelatinas com ligações de ureia têm muitos ECs, já a gelatina succinalada (GFM) e amidos de baixo peso têm menos ECs, sendo coloides melhores. Trabalho comparando HES 6% e GFM 4% demonstrou que o HES gerou aumento significativo do ânion gap²⁸. Os coloides também são diferentes quanto à meia-vida, degradação e pressões oncóticas. A PO da GFM é maior que gelatinas de 1ª geração (expansão de 70% em duas horas), com a GFM é de 100% em quatro horas. Cálcio e potássio existiam na gelatina antiga, não existem na GFM (ausência de Ca⁺⁺ não o torna incompatível com sangue e ausência do K⁺ não o contraindica na disfunção renal). A 3ª geração dos HES (tetrastarches) mostrou melhora da segurança, sem perda da eficácia se comparada à 1ª e à 2ª geração (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2 - Comparação entre Gelatinas e Amidos

	Gelatinas	Amidos (baixo PM e baixa taxa de substituição) - tendência mundial
	GFM	HES 130/0,4
Ph	7,1	5,7
Duração	4 a 6 h	4 a 6 h
Reação anafilática	-	Possível
Efeito na hemostasia	Não	Sim (fator VIII)
Dose máxima	Não	Sim (50 mL/Kg). Os mais concentrados, diminuir a dose
Acúmulo nos tecidos (pele, túbulos renais e neurônios)	Não	Sim (prurido)

Tabela 3 - Comparação entre os coloides

Coloides	PM	PO	Expansão do volume plasmático	Meia-vida
Albumina 5%	69.000	20	0,7 – 1,3	16 h
Albumina 25%	69.000	70	4 – 5	16 h
Hetastarch 6%	69.000	30	1 – 1,3	17 dias
Pentastarch 10%	120.000	40	1 – 5	10 h
Dextran-40 10%	26.000	40	1 a 1,5	6 h
Dextran-70 6%	41.000	40	0,8	12 h
GFM	30.000	34,2	1,0	4 h

REGIME RESTRITIVO X LIBERAL _____

A comparação entre terapia restritiva e liberal é bastante difícil devido à falta de padronização entre os trabalhos. O que em alguns estudos é considerada terapia restritiva, é classificada como *standard* em outros; em outros trabalhos, a comparação entre restritiva e liberal não passa da comparação da hipovolemia com normovolemia. Em muitos trabalhos o regime restritivo não é restritivo, mas relacionado às perdas do paciente. Outro fator gerador de confusão são os diferentes alvos dos trabalhos, bem como sua interpretação; por exemplo, evitar PONV é prioridade em cirurgias ambulatoriais, mas sua relevância é menor em cirurgias cardíacas ou de grande porte. Nos procedimentos menores e ambulatoriais, a correção da desidratação com 1 a 2 L parece diminuir náuseas e vômitos. Em procedimento cirúrgico de médio porte o regime liberal 30-40 mL/Kg/h (4L) foi superior ao restritivo 10-15 mL/kg/h (1,5 L), melhorando a função pulmonar, diminuindo a incidência de PONV, diminuindo a resposta hormonal (liberação HAD, angiotensina II e aldosterona) e a permanência hospitalar.²⁹ Nos procedimentos abdominais de grande porte, o regime restritivo (2,7 L) está associado a menos morbidade e permanência hospitalar que o regime liberal (5,38L).^{30,31} As primeiras horas do choque séptico e resposta inflamatória sistêmica se beneficiaram de reposição mais agressiva. A escolha da terapia fluida deve ser individualizada e, na verdade, a terapia restritiva é a simples reposição das perdas.

Goal Direct therapy (GDT) propõe administração de fluidos guiada por metas, com objetivos específicos e individualizados, de preferência pós-fixados e segundo parâmetros específicos, embora estudo de Kimberger *et al.*³² tenha utilizado valores prefixados, sendo a meta atingir saturação venosa mista (SvO₂) acima de 60%. O conceito de otimização guiada por metas não é novo, mas teve interesse renovado no perioperatório, por diminuir náuseas, vômitos, íleo, morbidade e permanência hospitalar.^{32,33} GDT com coloides parece melhorar a perfusão da microcirculação mais que a terapia restritiva. A adequada reposição fluida sugere melhorar a função pulmonar após cirurgias maiores e o excesso de fluido deve ser evitado após essas cirurgias, lembrando que otimizar não significa maximizar. Em relação à infecção da ferida comparando reposição agressiva com restritiva, acredita-se que grandes reposições geram aumento da tensão de O₂, diminuição da função pulmonar e

edema de alças intestinais e aumento de infecção da ferida. No trauma, o alto fluxo de sangue e grandes volumes de cristaloides estão relacionados a mais indicação cirúrgica. Na reposição volêmica do idoso, a função renal pode não ser tão eficiente e grandes reposições podem não ser toleradas, logo, os objetivos na reposição do idoso devem ser mais específicos.

CONCLUSÃO _____

Revisões sistemáticas na literatura não demonstraram superioridade de uma terapia fluida em relação à outra nos diferentes procedimentos cirúrgicos. Talvez as metas da reposição volêmica devam ser procedimentos específicos e, na ausência de evidência sólida, cada regime permanece extemporâneo e o manejo deve ser individualizado. Aparentemente, o regime restritivo é superior ao liberal em cirurgias colônicas e de grande porte, devendo-se evitar pré-expansão volêmica e administração de líquidos em excesso. Regime liberal parece boa ideia quando o trauma cirúrgico é pequeno e não há grandes perdas sanguíneas. Pacientes ambulatoriais parecem se beneficiar da reposição liberal, por terem menos PONVs. Evitar excesso de fluidos em procedimentos cirúrgicos maiores parece consenso. Quando se trata de cirurgias cardíacas e vasculares, os coloides parecem diminuir a perda capilar e edema pulmonar. Por outro lado, existe o risco de aumentar o sangramento. Em procedimento abdominal, o uso de coloides diminui o edema e melhora a recuperação pós-operatória. O conceito de otimizar com objetivos hemodinâmicos específicos para a liberação do oxigênio para os tecidos é bastante interessante, existindo várias formas de monitorização, como avaliação da saturação venosa mista de O₂, avaliação do volume sistólico e débito cardíaco, avaliação da variação da pressão de perfusão (delta PP), pH intragástrico, lactato, BE e débito urinário. Na prática, a volemia adequada é geralmente definida como estabilidade hemodinâmica, sendo esse o método de rotina para aferir a perfusão tecidual. Deve-se lembrar que a hipovolemia, antes de comprometer a PA e perfusão tecidual, gera aumento de Fc e diminuição de débito urinário, logo, este deve ser mantido em torno de 0,5 mL/Kg/h. O esquema de reposição ideal seria aquele que diminuísse a mortalidade e melhorasse a qualidade de vida, diminuísse a insuficiência de múltiplos órgãos e o uso de sangue e tivesse baixo custo, logo, este esquema ainda não foi

alcançado. Como não há diretriz baseada em evidência, na prática utiliza-se combinação de cristaloides e coloides, sendo mais importante saber como repor do que saber o que repor.

REFERÊNCIAS

- Grocott MP, Mythen MG, Gan TJ. Perioperative Fluid Management and Clinical Outcomes in Adults. *Anest Analg*. 2005; 100:1093-106.
- Subramaniam B, Subramaniam K, Park KW. Volume Replacement Strategies and Outcome. *Int Anesthesiol Clin*. 2010; 1:115-25.
- Chappell D, Jacobb M, Hofman KK, Conzen P, Rehm M. A rational approach to perioperative fluid management. *Anaesthesiology*. 2008; 109:723-40.
- Holte K, Sharrock NE, Kehlet H. Pathophysiology and clinical implications of perioperative fluid excess. *Br J Anaesth*. 2002; 89: 622-32.
- Kellum J, Mingchen S, Venkataraman R. Effects of hypercloremic acidosis on arterial pressure and circulation inflammatory molecules in experimental sepsis. *Chest*. 2004; 125:243-8.
- Strandvick GF. Hypertonic saline in critical care: a review of the literature and guidelines for use in hypotonic states and raised intracranial pressure. *Anaesthesia*. 2009; 64: 990-1003.
- Cochrane Injuries group. Albumin Reviews. Human albumin administration in critically ill patient systematic review of randomized controlled trials. *BMJ*. 1998; 317:235-40.
- Finfer S, Bellomo R, Boyce N, SAFE Study Investigators. A comparison of albumin and saline for fluid resuscitation in the intensive care unit. *N Engl J Med*. 2004; 305:2247-56.
- Green RS, Hall RI. Con: starches are not preferable to albumin during cardiac surgery: a contrary opinion. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2008; 22:485-91.
- Hanart C, Khalife M, Ville A, Otte F, Hert S, Van Der Linden. Perioperative volume replacement in children undergoing cardiac surgery: albumin versus hydroxyethyl starch 130/0,4. *Crit Care Med*. 2009; 37:696-701.
- Boldt J, Brosch CH, Rohm K, Lehmann A, Mengistu A, Suttner S. Is albumin administration in hypoalbuminemic elderly cardiac surgery patients of benefic regard to inflammation endothelial activation, and long-term kidney function? *Anesth Analg*. 2008; 107:1496-503.
- Boldt J, Schollhom T, Mayer J, Piper S, Stuttern S. The value of an albumin-based intravascular volume replacement strategy in elderly patients undergoing major abdominal surgery. *Anesth Analg*. 2006; 103:191-9.
- Myburgh J, Cooper J, Finfer S, Bellomo R, Norton R, Bishop N, et al. SAFE Study investigators; Australian and New Zeland Intensive Care Society Clinical Trial Group, Australian Red Cross Blood Service; George Institute for International Health. Saline or Albumin for fluid resuscitation in patients with traumatic brain injury. *N Engl J Med*. 2007; 357:874-84.
- Boldt J. Use of albumin: an update. *Br J Anaesth*. 2010; 104:276-84.
- Boldt J. Modern Rapidly Degradable Hydroxyethyl Starches: Current Concepts. *Anesth Analg*. 2008; 107:1574-82.
- Wespal M, James FM, Kozek-Langenecker S, Stocker R, Guidet B, Van Aken H. Hydroxyethyl Starches: Different Products- Different Effects. *Anesthesiology*. 2009; 111:187-202.
- Wilkes N, Wolf R, Mutch M. The effects of balanced versus saline based hetastarch and crystalloids solutions on acid-based and electrolyte status and gastric mucosal perfusion in elderly surgical patients. *Anesth Analg*. 2001; 93:811-6.
- Sakr Y, Payen D, Reinhart K, Zavala E, Bewley J, Max G, et al. Effects of Hydroxyethyl Starches administration on renal function in critical ill patients. *Br J Anaesth*. 2007; 98:216-24.
- Schramko AA, Suojaranta-Ylinen RT, Kuitunem AH, Kukkonen SI, Niemi TT. Rapidly degradable hydroxyethyl starches solutions impair blood coagulation after cardiac surgery: a prospective randomized trial. *Anesth Analg*. 2009; 108:30-6.
- Hadimioglu N, Saadawy I, Saglam T, Ertug Z, Dinckan A. The effect of different crystalloid solution on acid-based balance and early kidney function after kidney transplantation. *Anesth Analg*. 2008; 107:264-9.
- Villela NR, Vazquez BYS, Intaglietta M. Microcirculatory effects of intravenous fluids in critical illness plasma expansion beyond crystalloids and colloids. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2009 Apr; 22(2):163-7.
- Ferreira E, Terzi RGG, Willia MAC. Early colloid replacement therapy in near fatal model of hemorrhagic shock. *Anesth Analg*. 2005; 101:1785-91.
- Van Der Heijden M, Verdheij J, Amerongen GP, Groeneveld AB. Crystalloid or colloid fluid loading and pulmonary permeability edema, and injury in septic and non septic critically ill patients with hypovolemia. *Crit Care Med*. 2009; 37:1275-81.
- Feng X, Liu YJ. Hydroxyethyl Starch, but not Modified Fluid Gelatin, affect inflammatory response in a rat model of polymicrobial capillary leakage. *Anesth Analg*. 2007; 104:624-30.
- Varga R, Torok L, Szabo A, Kovacs F, Keresztes M, Varga G, Boros M. Effects of colloid solutions on ischemia-reperfusion-induced periosteal microcirculatory and inflammatory reactions: comparison of dextran, or 6% hydroxyethyl starch 130/0,4 solutions. *Crit Care Med*. 2008; 36:2828-37.
- Boldt J, Rohm K, Paspof M, Mengistu A. Comparison of the effects of gelatin and a modern hydroxyethyl Starch solution on renal function and inflammatory response in elderly cardiac surgery patients. *Br J Anaesth*. 2008; 100:457-64.
- Verheij J, Van Lingen A, Raijmakers PG, Rijnsburger ER, Veerman DP, Wisselink W, Groeneveld ABJ. Effect of fluid loading with saline or colloids on pulmonary permeability, edema and lung injury score after cardiac and vascular surgery. *Br J Anaesth*. 2006; 96:21-30.
- Witt L, Wilhelm AO, Bjorn J, Heimbucher C, Sumpelmann R. Alteration of anion gap and strong ion difference caused by hydroxyethyl starch 6% (130/0,4) and gelatin 4% in children. *Pediatric Anesth*. 2008; 18:934-9.
- Holte K, Klarskov B, Christensen DS. Liberal versus restrictive fluid administration to improve recovery after laparoscopic cholecystectomy: a randomized, double-blind study. *Ann Surg*. 2004; 240:892-9.

30. Brandstrup B, Tonnesen H, Beier-Holgersen R, Hjortso E, Ording H, Lindorff-Larsen K, et al. Effects of intravenous fluid restriction on postoperative complications. Comparison of two perioperative fluid regimens – A randomized assessor blinded multicenter trial. *Ann Surg.* 2003; 238:641-8.
 31. Rahhari K, Zimmermann JB, Schmidt T. Meta-analysis of standard, restrictive and supplemental fluid administration in colorectal surgery. *Br J Surg.* 2009; 96:331-41.
 32. Kimberger O, Amberger M, Brandt S, Plock J, Sigurdsson G, Kurz A, Hitlebrand L. Goal-directed colloid administration improves microcirculation of healthy and perianastomotic colon. *Anesthesiology.* 2009; 110:496-504.
 33. Giglio MT, Marucci M, Testini M, Brienza N. Goal-directed haemodynamic therapy and gastrointestinal complications in major surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Br J Anaesth.* 2009; 103:637-46.
-