

# CRISTALOIDES *VERSUS* COLOIDES: ¿QUÉ DEBEMOS ELEGIR?

<sup>1</sup>M. Alberola Enguidanos, <sup>2</sup>I. Lluch Verdú, <sup>3</sup>A. Buchón Escribano, <sup>3</sup>A. Maruenda Paulino, <sup>3</sup>F. Javier Frasquet Rosich, <sup>3</sup>V. Gimeno Giménez, <sup>3</sup>V. Chulia Campos (†)

<sup>1</sup>SAMU/SEU de Valencia. <sup>2</sup>Servicio de Endocrinología. <sup>3</sup>Servicio de Anestesiología y Reanimación. Hospital Clínico Universitario de Valencia. (†) Fallecido.

## Resumen

La elección correcta de un tipo u otro de soluciones intravenosas en el manejo terapéutico de pacientes graves es difícil. El objetivo de la fluidoterapia debe ser recomponer en lo posible las características fisiológicas del medio interno previas a la necesidad terapéutica; para ello disponemos de diferentes tipos de soluciones para manejo clínico: Soluciones coloides, soluciones cristaloides, Sangre y Hemoderivados (estos 2 últimos productos quedan fuera del objeto de esta revisión), y aunque en la literatura actual no existe un consenso global acerca de la elección de un tipo u otro de soluciones, está claro que ésta debería basarse en el conocimiento y en la comprensión de los efectos fisiológicos de cada tipo de solución, considerando además las posibles nuevas posibilidades a nuestro alcance (soluciones hipertónicas). Este es pues el objetivo de esta revisión.

**Palabras clave:** *Cristaloide. Coloide. Fluidoterapia. Dextranos. Almidones. Gelatinas. Soluciones hipertónicas.*

## Introducción

En el manejo de pacientes gravemente enfermos uno de los pilares terapéuticos básicos es la Fluidoterapia.

La administración intravenosa de cualquier tipo de soluciones debe tender a recomponer en lo posible las características fisiológicas del medio interno previas a la agresión o a la enfermedad aguda, para permitir al organismo mantener o restaurar una perfusión tisular adecuada, objetivo final de la homeostasis corporal.

Existen diferentes tipos de soluciones disponibles para uso clínico: Coloides, Cristaloides, Sangre y Hemoderivados (estos 2 últimos productos quedan fuera del objeto de esta revisión), y aunque en la literatura actual no existe un consenso global acerca de la utilización de uno u otro tipo de soluciones sí resulta lógico afirmar que la elección deberá estar basada en la medida de lo posible en el conocimiento y en la comprensión de los efectos fisiológicos de cada tipo de solución. Este es pues el objetivo de esta revisión.

## Recuerdo fisiológico

El agua es el solvente principal en el que se produce el metabolismo corporal y representa además el mayor componente orgánico (60 % del peso en un adulto medio)<sup>1, 2</sup>.

La cantidad de agua total varía con la edad, siendo máxima al nacer, decreciendo progresivamente con la edad.

La proporción de agua corporal total es algo mayor en los hombres (60 %), que en las mujeres (45 %), al igual que en los tejidos no grasos (650 ml de agua/kg de tejido) frente a los tejidos grasos (350-400 ml agua/kg de grasa).

Correspondencia: Miguel Alberola Enguidanos. C/Santísima Trinidad N.º 5, bajo. 46460 Silla (Valencia).

El agua se distribuye en el organismo dentro de varios compartimentos anatómicos y funcionales diferentes<sup>1-3</sup> (Figura 1).

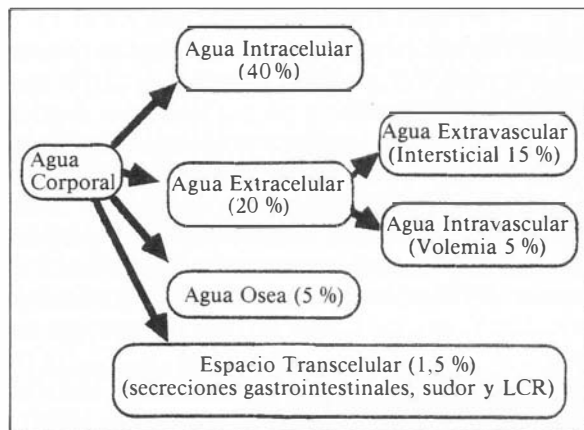


Figura 1.

Entre los 3 componentes, intracelular, intersticial e intravascular, se establece de forma continua un equilibrio dinámico, sobre el que actúan diferentes factores y fuerzas cuyo objetivo final es mantener la cantidad de agua intracelular para preservar su integridad funcional y con ella la del total del organismo.

En el mantenimiento del equilibrio dinámico intervienen diferentes fuerzas: presiones Osmótica, Hidrostática, Oncótica, Difusión y Transporte activo. Siendo de todos ellos el más importante la presión osmótica (PO)<sup>2, 3</sup>.

#### Conceptos Básicos:

Osmosis: es el fenómeno físico en virtud del cual las diferentes concentraciones de 2 soluciones separadas por una membrana semipermeable tienden a igualarse. El agua va hacia donde hay mayor concentración de soluto.

La Osmolaridad de una solución se relaciona al número de partículas osmóticamente activas por litro de solución.

La Osmolalidad (Osm): concentración del soluto por unidad de solvente. Un mol de soluto contribuye en 1 mOsm a la osmolalidad final de la solución. Se expresa en mOsm/kg.

Se puede calcular de forma práctica mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Osm} = 1.86 (\text{Na}^+) + (\text{Glucosa}) / 18 + (\text{BUN}) / 2.8$$

Na<sup>+</sup> en mEq/l. Glucosa en mg/dl y Bun en mg/dl.

La actividad osmótica puede ser definida también

en términos de PO, calculándose aproximadamente con la siguiente fórmula:

$$\text{PO (mmHg)} = 19,3 \times \text{Osmolalidad (mOsm. Kg-1)}$$

En nuestro medio interno las 2 membranas semipermeables necesarias para que se produzca la ósmosis son la Membrana Celular: que es impermeable a proteínas y funcionalmente impermeable a los iones (al disponer de mecanismos de transporte activo que se oponen al trasiego normal) y la Pared Capilar: que es impermeable a las proteínas y totalmente permeable a los iones, por eso la composición de electrolitos es similar entre espacio intersticial e intravascular. Las proteínas actúan como fuerza osmótica; para mantener el agua en el lecho vascular (en este caso se denomina presión oncótica) y junto a la presión hidrostática, regida por las leyes de Starling, es la responsable de la entrada o la salida de agua entre los extremos arterial y venoso del capilar<sup>1-4</sup>.

El movimiento del agua entre compartimentos está regulado por diferentes mecanismos:

A. Mantenimiento de una Osmolalidad constante: controlada por la ingesta de agua y por la regulación de la excreción de agua por el riñón que a su vez está controlada por el sistema de la Vasopresina.

B. La distribución del Na<sup>+</sup>: está regulada por la actividad de las bombas de Na<sup>+</sup> ligadas a la membrana (Figura 2).

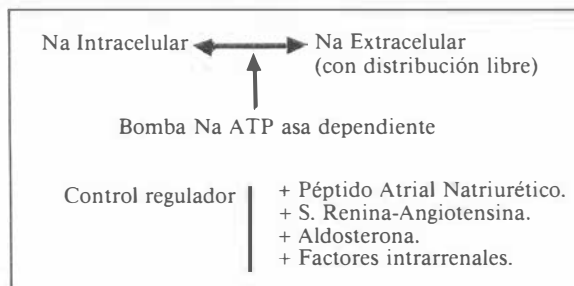


Figura 2.

Barorreceptores Venosos y Arteriales (son los que envían las aferencias hacia los mecanismos implicados en el control regulador).

C. La distribución de los coloides (Albúmina) controla la distribución de líquidos entre compartimentos<sup>3</sup>.

#### Elección de soluciones coloides o cristaloides

Es un tema en controversia constante, acerca del que podemos encontrar actitudes completamente

opuestas, sin que por el momento parezca posible a la vista de los resultados de los trabajos clínicos realizados decantarse en un sentido o en otro, excepto para situaciones patológicas concretas.

La mayoría de los estudios disponibles se basan bien en modelos experimentales bien en el uso de las diferentes soluciones durante intervenciones quirúrgicas, sobre todo, ya que éste es un período en el que es más factible controlar todos los determinantes orgánicos para valorar las acciones de cada agente utilizado<sup>4</sup>.

En cualquier caso sí existen una serie de principios generales que son globalmente aceptados en el manejo terapéutico de soluciones intravenosas como son:

- Se precisa agua libre para evitar aumentos en la concentración sérica de Na y en la osmolalidad que podrían provocar deshidratación intracelular.

- Los Electrolitos (CL, K y Ca) son necesarios para evitar anomalías en el Ph, despolarización de membranas y mantener la osmolalidad sérica.

- Por último, sin proteínas la presión coloido-osmótica disminuirá provocando edema intersticial<sup>3</sup>.

#### *Soluciones cristaloides*

La mejor estudiada de todas es la solución de Ringer Lactato, que tiene una osmolaridad de 311 mOsm/l y contiene CL 110 mEq/l, Na 147, K 4, Ca 6 y Lactato 27. También el suero Salino Isotónico (Fisiológico) que tiene una osmolaridad de 291 mOsm/l y tiene 145 mEq/l de Na y 145 mEq/l de CL. Por último se utilizan en clínica las soluciones salinas hipertónicas desde 1,8 al 10 % de ClNa.

#### *Soluciones coloides*

Que incluyen la sangre completa (no disponible en clínica). Plasma fresco congelado, las fracciones proteicas plasmáticas a concentraciones de 5-6 gr/l, la albúmina humana purificada a concentraciones entre 5-25 gr/l, los Dextranos que son polisacáridos naturales con peso molecular de 40.000 = Rheomacrodex® y de 70.000 Macrodex®, en solución a 6 gr/l. Almidones (Expafusin®) que son polisacáridos sintéticos con alto peso molecular 450.000, vida media de unos 13 días durante la primera semana y excretados por orina los fragmentos de hasta 50.000 pm y por bilis y orina, tras ser metabolizados, los fragmentos de mayor peso molecular) y las Gelatinas (Hemoce®) con un peso molecular de 35.000, vida media de 4-5 h. y eliminación total en 48 h.

Con respecto a todos ellos debe ser tenido en cuenta el posible desencadenamiento de efectos anafilácticos.

La sangre completa y el plasma fresco congelado deben reservarse para las coagulopatías y tienen un riesgo elevado de transmitir enfermedades (productos biológicos)<sup>6</sup>.

## **Efectos**

### *A nivel cardiovascular*

A menor P coloidosmótica del plasma mayor será la velocidad de trasiego de líquido hacia el intersticio. El volumen plasmático se restaura más rápidamente con coloides que con cristaloides y la estabilidad hemodinámica (medida mediante Presión Capilar Pulmonar) (PCP), Gasto cardíaco (GC) e Índice Trabajo Sístólico Ventrículo Izquierdo (ITSVI) se consigue antes.

Durante el peroperatorio: los cristaloides son efectivos durante al menos 48 h., si se controlan el GC y la PCP, y se mantienen niveles suficientes de hemoglobina mediante la reposición de sangre, teniendo en cuenta que el volumen equiefectivo de cristaloides es de un mínimo de 3 veces el volumen de pérdidas<sup>6</sup>.

Durante Shock Hemorrágico: son igualmente eficaces, aunque la reposición con cristaloides debe ser continua (dada su rápida eliminación). Inicialmente existe una mejoría más rápida del GC con los coloides, pero esta diferencia desaparece con prontitud.

### *A nivel pulmonar*

Existen autores que han encontrado un aumento del agua intrapulmonar al utilizar cristaloides para la reanimación de un shock hemorrágico, pero a la vez existen otros que en situaciones clínicas semejantes no han conseguido evidenciar tal aumento.

El pulmón posee un mecanismo defensivo excelente contra el acúmulo de líquido, que consiste en un aumento de hasta 15-20 veces en la tasa de filtración linfática.

En este tipo de situaciones clínicas deberemos tener en cuenta la llamada Presión Capilar Crítica, que se define como la P Pulmonar capilar más alta a la que el tejido pulmonar puede mantener un volumen intersticial constante. En la práctica la PCP crítica es similar a la P coloidosmótica plasmática (aprox. 22 mm Hg). Si no aumenta la PAI por encima de la PCP crítica no se producirá edema, ya que el aumento de líquido se compensa con un aumento de la filtración linfática. Por último no hay que olvidar que la Presión Venosa Central (PVC) es probablemente el determinante principal del flujo linfático pulmonar, así a mayor PVC menor flujo linfático, por lo que hay que

prestar atención a las situaciones que cursen con PVC elevada<sup>3</sup>.

#### *A nivel del sistema nervioso*

El factor que mayor influencia tiene en el movimiento de agua a través de la barrera hematoencefálica (BHE) es la presión osmótica. Por tanto la elevación de la osmolalidad del líquido extracelular extraería el agua desde el cerebro, lo que justificaría el uso de cristaloides hipertónicos a tal fin. Sin que los resultados de los estudios realizados puedan ser considerados totalmente concluyentes sí se ha visto que las soluciones hipotónicas pueden producir fácilmente un aumento del paso de agua hacia el cerebro.

### **Recomendaciones**

#### *A nivel cardiovascular*

— La 1.<sup>a</sup> opción para mantener el volumen plasmático son los Cristaloides.

— Si la P coloidosmótica es normal, los Cristaloides pueden ser utilizados para la fluidoterapia preoperatoria o para la reanimación del shock hemorrágico con seguridad.

— Debe pensarse en utilizar Coloides si:

1. Se precisan muy grandes cantidades de cristaloides para mantener la situación hemodinámica sin evidencias de grandes pérdidas.

2. Si hay riesgo elevado de volemia inestable (ej. isquemia miocárdica, uso de vasodilatadores, etc).

3. En los casos en que las consecuencias de la formación de edema sean graves (ej. encefalopatías).

4. En caso de PCP elevada (ej. insuficiencia cardíaca manifiesta)<sup>6-9</sup>.

#### *A nivel pulmonar*

Si la PCP y la PVC no están elevadas, no deben utilizarse Coloides para prevenir el edema pulmonar. Si la PCP es alta lo más importante es mantener la presión coloidosmótica. No está claro que el uso de coloides tenga influencia positiva sobre el edema pulmonar en pacientes traumáticos<sup>7</sup>.

#### *A nivel cerebral*

En caso de existir hipertensión endocraneal o riesgo de edema, los pacientes deben recibir soluciones salinas isotónicas o coloidales para mantener el volumen sanguíneo. Debe evitarse el uso de líquidos con concentraciones de Na menores que las plasmáticas. Debe estudiarse con mayor profundidad el manejo de soluciones hipertónicas en estos pacientes<sup>10, 11</sup>.

### **Últimas tendencias**

Desde hace tiempo existe un interés creciente en la utilización de soluciones hipertónicas en el manejo de pacientes hipovolémicos, al principio de forma experimental en animales y posteriormente ya de forma clínica<sup>5</sup>.

Podrían utilizarse bien en forma de soluciones de cristaloides hipertónicos, desde «poco» hipertónicos, (p.ej. solución de Lactato sódico hipertónico al 1,8 %) hasta «muy» hipertónicos (p.ej. solución de ClNa al 7,5 %), o bien en forma de combinaciones de un coloide hiperosmótico (Dextran 70/Hidroxiethylalmidón) más un cristaloides hipertónico (ClNa al 7,5 %).

Tampoco a este respecto existen evidencias definitivas acerca de la supremacía de estas soluciones frente a las convencionales, aunque sí parece manifestarse un consenso general en el sentido de que aún alcanzándose similares resultados con cualquier régimen de reposición utilizado, el manejo de determinadas soluciones (solución hipertónica al 7,5 % con Dextran 70)<sup>12</sup> permitiría recuperar más rápidamente la TA, obviando además la sobrecarga excesiva de líquidos y Na secundaria a los volúmenes masivos necesarios al utilizar un régimen de reposición isotónico convencional<sup>13</sup>; en cualquier caso su utilización no estaría libre de posibles efectos nocivos a nivel metabólico, hematológico y alérgico<sup>6</sup>. Al parecer existiría una tendencia a un mejor pronóstico en pacientes traumáticos con Traumatismos Craneoencefálicos (TCE) severos reanimados con soluciones hipertónicas<sup>10</sup>.

### **Conclusiones finales**

#### *A favor de los Cristaloides:*

— Más baratos.

— No reacciones alérgicas.

— Falta de ventaja clínica comprobada de los coloides en la mayoría de las situaciones clínicas<sup>14</sup>.

— De entre las soluciones cristaloides, la mejor sería la solución de Ringer Lactato (por aportar menor carga de Cloro)<sup>8</sup>.

— Menor mortalidad en pacientes traumáticos graves reanimados con cristaloides<sup>7</sup>.

#### *A favor de los Coloides:*

— Mejor conservación de la Presión coloidosmótica.

— Menor tendencia a la formación de edema (sobre todo a nivel de cerebro y pulmón).

— Menor sobrecarga hídrica, (para similares resultados).

— Mayor efectividad en pacientes no traumáticos.

— Menor mortalidad al utilizarlos en reanimación de pacientes no traumáticos<sup>7</sup>.

## Bibliografía

1. Guyton AC. Líquidos corporales y Riñones. En: Guyton AC, Tratado de Fisiología Médica, 5.<sup>a</sup> ed. Madrid: Interamericana Importécnica (ed) 1977; 386-512.
2. Ortiz A. Conceptos previos. En: Ortiz A, Fundamentos de Fluidoterapia. 2.<sup>a</sup> ed. Madrid. Instituto IBYS (ed) 1981; 7-17.
3. Tonnessen AS. Cristaloides y Coloides. En: Miller RD, Anestesia. 2.<sup>a</sup> ed. Barcelona: Doyma (ed) 1993; 1307-1331.
4. Reaves LE, Antonacci AC, Shires T. Fluid and Electrolyte Resuscitation of the Thermally Injured Patient. *World J Surg* 1983; 7: 566-572.
5. Shackford SR. Hypertonic saline and dextran for intraoperative fluid therapy: More for Less. *Crit Care Med* 1992; 20: 160-162.
6. Pollack ChV. Prehospital fluid resuscitation of the trauma patient. An update on the controversies. *Emerg Med Clinics of N Am* 1993; 11: 61-70.
7. Velanovitch V. Crystalloid versus colloid fluid resuscitation: A meta-analysis of mortality. *Surgery* 1989; 105: 65-71.
8. Traverso LW, Lee WP, Langford MJ. Fluid resuscitation after and otherwise fatal hemorrhage. I: Crystalloid solutions. *J Trauma* 1986; 26: 168-175.
9. Traverso LW, Hollenbach SJ, Bolin RB, Langford MJ, DeGuzman LR. Fluid resuscitation after and otherwise fatal hemorrhage. II: Colloid solutions. *J Trauma* 1986; 26: 176-182.
10. Vassar MJ, Perry CA, Gannaway WL, Holcroft JW. 7.5 % Sodium chloride/dextran for resuscitation of trauma patients undergoing helicopter transport. *Arch Surg* 1991; 126: 1065-1072.
11. Holcroft MD, Vassar MJ, Turner JE, Derlet RW, Kramer GC. 3 % NaCl and 7.5 % NaCl/Dextran 70 in the resuscitation of severely injured patients. *Ann Surg* 1987; 206: 279-288.
12. Landau EH, Gross D, Assalia A, Feigin E, Krausz MM. Hypertonic saline infusion in hemorrhagic shock treated by military antishock trousers (MAST) in awake sheep. *Crit Care Med* 1993; 21: 1554-1562.
13. Pascual JM, Watson JC, Runyon AE, Wade CE, Kramer GC. Resuscitation of intraoperative hypovolemia: A comparison of normal saline and hyperosmotic/hyperoncotic solutions in swine. *Crit Care Med* 1992; 20: 200-210.
14. Virgilio RW, Rice CL, Smith DE et al. Crystalloid vs. colloid resuscitation: Is one better? *Surgery* 1979; 85: 129-139.