

PERFUSIONES INTRAVENOSAS EN EL PACIENTE QUIRURGICO

*EDUARDO HERRERA

**DOMINIQUE SCHWANDER

RESUMEN

El manejo adecuado de los líquidos y electrolitos en el periodo peri-operatorio del paciente quirúrgico depende básicamente del estado pre-operatorio del paciente, de su preparación, del grado y extensión del traumatismo quirúrgico y del tratamiento hidro-electrolítico transoperatorio. Para lograrlo, se requiere un entendimiento de la fisiología y de la fisiopatología, tanto del paciente programado para una cirugía, como el paciente crítico, como sería el séptico, el chocado o el politraumatizado, para mantener la homeostasis, principalmente del sistema cardiovascular.

Siendo un tema sumamente amplio en donde existen múltiples situaciones particulares como son: la cirugía cardíaca con circulación extracorpórea, la cirugía pediátrica, la neurocirugía y otras, nos hemos enfocado básicamente a la cirugía general y algunos casos particulares como son: la cirugía transuretral y el paciente en estado de choque.

El objetivo de esta revisión es dar ciertos lineamientos generales en relación a la cantidad y calidad de las soluciones que tenemos a disposición, de la importancia que tiene el adecuado manejo de los líquidos y electrolitos para preservar la estabilidad cardiovascular.

Palabras claves: Soluciones cristaloides. Soluciones coloides. Equilibrio hidroelectrolítico. Requerimientos hídricos transoperatorio.

SUMMARY

The correct management of fluids and electrolytes of the surgical patient depends upon the general state of the patient before the operation, his preparation, the degree and extension of the surgical trauma and the fluids received during the operation. This requires a physiological and pathophysiological understanding of the patient who is stable and programmed to surgery and of the critical patient who enters to surgery with sepsis or in shock.

It is a very large subject in which there are many special situations such as cardiac surgery with extracorporeal circulation, pediatric surgery, neurosurgery and others. We have excluded these situations, which are so specialized and we have reviewed only the management of fluids and electrolytes for general surgery and in some special cases like transurethral surgery and shock.

The aim of this review is to give some rules in relation of the quantity and quality of the solutions which we dispose and the importance of this subject to preserve the cardiovascular stability.

Key words: Crystalloid fluids. Colloid fluids. Hydroelectrolyte balance. Surgical fluids requirements.

Actualmente se considera indispensable para cualquier tipo de anestesia tener una vía venosa permeable para tener acceso al sistema cardiovascular y poder administrar ciertas drogas endovenosas, si se requieren drogas para reanimación cerebral y cardiorespiratoria, sangre o alguno de los componentes sanguíneos y para mantener el equilibrio hidroelectrolítico.

El uso de líquidos intravenosos durante la anestesia requiere un entendimiento del tipo de líquidos disponibles y las condiciones del paciente a quien se le van a administrar. En general, los líquidos se clasifican en dos grupos: los cristaloides y los coloides. Los cristaloides a su vez se pueden clasificar en tres grupos: los de mantenimiento, los de reemplazo y aquellos que se adminis-

*Médico Anestesiólogo. Servicio de Anestesiología. Instituto Nacional de Cardiología. "Ignacio Chávez", México, D.F.

**Médico Jefe. Servicio de Anestesiología y Terapia Intensiva. Hospital Cantoral. Fribourg, Suiza.

Trabajo recibido del Servicio Departamento de Anestesiología y Terapia Intensiva. Hospital Cantoral Fribourg, Suiza.

Recibido: 3 de marzo de 1987. Aceptado: 14 de mayo de 1987.

Sobretiros: Eduardo Herrera. Servicio de Anestesiología. Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez". Juan Badiano No. 1. Tlalpan México, D.F.

tran en circunstancias especiales. Los líquidos de mantenimiento están designados para compensar las pérdidas insensibles entre las cuales encontramos la evaporación de agua de la mucosa respiratoria para humidificar el aire inspirado, el sudor, las heces y el volumen urinario mínimo necesario para excretar la carga de urea por día. Los adultos pierden aproximadamente 1.5-2.0 ml/kg/h ó 2-3 L/día. En los niños (neonatos, lactantes menores) el manejo de líquidos y electrolitos es diferente y por esa razón me voy a limitar a los adultos.

Como las pérdidas insensibles son esencialmente soluciones hiponatémicas, los líquidos de mantenimiento son hipotónicos con respecto a la concentración de sodio. Ejemplos de estas soluciones son: glucosado 5%, glucosado 5% en salino al 0.45% y glucosado 5% en salino al 0.3%.

Los líquidos de reemplazo están designados a corregir algún déficit causado por pérdida o por secuestro de líquidos normalmente isotónicos. Tales pérdidas incluyen drenaje gástrico, drenaje de fistulas, líquido pleural, ascitis o edema intersticial; estas pérdidas pueden deberse a trauma, infección, quemaduras, etc. Los líquidos de reemplazo deben ser isotónicos con respecto a la concentración de sodio. Ejemplos de las soluciones disponibles son: la solución de Ringer, solución fisiológica (NaCl 0.9%) o la solución mixta. Las soluciones para circunstancias especiales son destinadas para corregir algunos trastornos electrolíticos en particular. Ejemplo de estas soluciones son: el bicarbonato de sodio y la solución salina hipertónica para tratar la intoxicación al agua severa.

Dentro de las soluciones coloides disponibles encontramos aquellas derivadas de materia vegetal y aquellas derivadas de sangre humana. Los coloides son útiles para expandir el plasma sin alterar el volumen del líquido intersticial. Ejemplos de soluciones coloides son: albúmina humana al 5% o al 25%, plasma fresco congelado, sangre total, paquete globular, gelatinas y el dextran.

En esta revisión voy a enfocar principalmente a la administración de líquidos cristaloides para la cirugía general y en ciertos casos particulares.

Fisiopatología. El tratamiento hidro-electrolítico adecuado durante el periodo perioperatorio depende principalmente del estado pre-operatorio del paciente, de su preparación a la cirugía, del grado de extensión del tratamiento quirúrgico y de las soluciones administradas durante el acto quirúrgico. Desde la premedicación hasta el 3°-4° día postoperatorio, el equilibrio hidro-electrolítico del paciente quirúrgico sufre múltiples cambios empezando por el ayuno obligatorio pre-anestésico, las pérdidas en líquidos y sangre, transferencia de líquidos de un espacio a otro, modificaciones en el sistema cardiovascular y problemas en la regulación de

la osmolaridad. Por osmolaridad se entiende la concentración molar de todas las partículas contenidas en una solución y que tengan una actividad osmótica. La presión osmótica depende de esta osmolaridad. Como el espacio extracelular y el espacio intracelular se encuentran en equilibrio osmótico, es importante conocer la osmolaridad sérica, la cual es de 290-300 mosm/L y se puede calcular en forma rápida y bastante precisa con la fórmula $(\text{Na} + \text{sérico en mmol/Lt} + 5) \times 2$. Una vez teniendo la osmolaridad y la excreción de sodio urinario nos podemos dar una idea de la función renal.

Desde el punto de vista osmótico, además del sodio, que es el catión extracelular principal, hay otras moléculas activas como son la urea y la glucosa. En aquellos pacientes urémicos o hiperglucémicos la osmolaridad total aumenta significativamente.

En situaciones clínicas, como por ejemplo la insolación, existe una pérdida exclusivamente de agua, sin pérdida de solutos y que conduce a una hiperosmolaridad plasmática. Se habla de hiperosmolaridad plasmática cuando es superior a 340 mosm/L o cuando la natremia es superior a 160 mmol/L. Se habla de hipo-osmolaridad cuando la osmolaridad plasmática es inferior a 240 mosm/L o que la natremia es inferior a 110 mmol/L.

En condiciones normales existen las pérdidas insensibles, siendo las principales: los pulmones y la piel. El aire ambiente inspirado es seco y está poco saturado con agua, mientras que el aire expirado está saturado en vapor de agua a la temperatura corporal. Se estima que la cantidad de agua que se pierde es de alrededor de 500-600 ml/24 hrs. Las pérdidas aumentan en caso de fiebre (84 ml/24 hrs/grado C) o de hiperventilación.

La pérdida urinaria es variable; el metabolismo de una dieta normal produce alrededor de 60 mosm/24 hrs de solutos. Una función renal óptima puede concentrar la orina hasta 1,200 mosm/Lt.

Se estima que alrededor de 500 ml. de orina por 24 hrs. es el volumen mínimo necesario para mantener un equilibrio del medio interno.

La anestesia general se acompaña, por un lado, de una liberación de hormona antidiurética (ADH) que resulta en una disminución del gasto urinario y un aumento de la concentración urinaria, y, por otro lado, de un aumento de la secreción de mineralocorticoides, en particular de la aldosterona, lo que resulta en un aumento de la retención de sodio y un aumento de la excreción de potasio. De hecho, se ha demostrado que la agresión quirúrgica es el estímulo más importante de la liberación de ADH, y entre mayor sea la cirugía, mayor será la liberación de ADH. Este aumento de la actividad de la ADH se normaliza después de 24 horas, a menos que estímulos tales como el dolor, la ventilación en presión positiva, la hipertensión, un bajo gasto cardíaco o liberación o perfusión de catecolaminas persistan.

Por otro lado, la intervención quirúrgica por diferentes mecanismos va a complicar aún más este cuadro de antidiuresis y de retención sódica: por la evaporación de agua durante la operación, pérdidas de líquidos extracelular, ya sea por secreciones o por la formación de edema (3er. espacio) que pueden conducir a una insuficiencia renal de origen pre-renal, justamente en una situación en la que los riñones hacen frente a una excreción aumentada de catabolitos. Además, como cualquier agresión o trauma, la intervención quirúrgica estimula el sistema nervioso simpático, aumentando la secreción de catecolaminas por dos o tres días en general. Por estas razones, el anestesiólogo como el intensivista deben tratar de suprimir todos los factores que favorecen la respuesta metabólica al trauma como son: el dolor, la aprehensión, la ansiedad, la infección, la fiebre, el síndrome de bajo gasto cardíaco, la hipovolemia, el íleo paralítico, la insuficiencia respiratoria, etc.

Los pacientes deshidratados que han presentado vómito o diarrea o aquéllos con aspiración gástrica o aquellos portadores de fistulas intestinales pueden sufrir pérdidas enormes en líquidos por el tracto intestinal. Los pacientes con peritonitis o con oclusión intestinal pueden perder gran cantidad de líquidos ricos en proteínas, ya sea por edema del peritoneo o por secuestro en la luz intestinal. Por ejemplo, el paciente con oclusión intestinal con niveles hidro-aéreos en la radiografía de abdomen representa por lo menos 1,500 ml. de líquido secuestrado, o la presencia de 1 mm. de edema del peritoneo, representa varios litros secuestrados en el tercer espacio. En el caso de las quemaduras extensas de segundo y tercer grado, hay pérdidas masivas de líquido, de sal y de proteínas a nivel de las zonas quemadas. Los pacientes febriles o aquellos sujetos expuestos a clima tropical pueden perder grandes cantidades de líquidos por sudoración y por la respiración. En el paciente diabético hiperglucémico y acetónúrico o en ciertos tipos de insuficiencia renal, el déficit de la balanza hídrica, por pérdidas renales de agua y de sal aumenta en forma importante. Los pacientes crónicos y desnutridos que entran en el "Síndrome de depleción" por varias razones: depleción de substratos esenciales (amino-ácidos, glucógeno, ácidos grasos y otros nutrimentos necesarios para el funcionamiento de órganos vitales) y disminución del líquido intracelular con un aumento moderado del líquido extracelular. Este aumento del volumen de líquido extracelular es principalmente en el espacio intersticial, a expensas del espacio intravascular (volumen plasmático).

Estos pacientes generalmente presentan un déficit en potasio, fosfato y sodio, así como una hipoproteinemias y la tendencia a una disminución de la osmolaridad plasmática. A simple vista, parece que están bien equilibrados hasta el momento en que son sometidos a la agresión

combinada de la anestesia y de la cirugía que los puede conducir a una descompensación cardiovascular que no responde fácilmente al tratamiento.

Después de revisar algunos de los muchos ejemplos que hay, debemos tener en cuenta que el objetivo principal antes de toda inducción anestésica es de restaurar el volumen extracelular y en particular el volumen intravascular a fin de evitar la descompensación cardiovascular y de mantener la función renal.

Periodo transanestésico. Los objetivos principales son de cubrir los requerimientos habituales, de compensar el ayuno obligatorio pre-operatorio, de compensar las pérdidas transoperatorias y eventualmente de terminar de corregir algún desequilibrio pre-existente. Es entonces necesario, evaluar siempre el equilibrio hidro-electrolítico de todo paciente que debe ser sometido a una anestesia. Esta evaluación consiste principalmente en: 1.- Evaluación de la volemia (presión arterial, temperatura cutánea, turgencia de la piel, humedad de las mucosas, diuresis); 2.- Evaluación de la concentración (sodio sérico, osmolaridad); 3.- Evaluación de la composición (electrolitos, urea, glicemia, gases sanguíneos); 4.- Solutos de elección (de mantenimiento o de reemplazo).

Ciertamente, la actitud terapéutica frente a un paciente deshidratado está en función del cuadro clínico y de la respuesta a la rehidratación inicial. En aquellos pacientes estables, desde el punto de vista cerebral, cardiovascular y renal, habitualmente se reemplazan las pérdidas calculadas y las pérdidas insensibles, mientras que en aquellos deshidratados, hipotensos, etc., es necesario administrar, en ocasiones, cantidades importantes de soluciones isotónicas, vigilando siempre la respuesta del sistema cardiovascular. Una vez que la volemia se ha restablecido, en ciertos casos, es conveniente utilizar drogas inotrópicas-positivas.

En general, una solución cristaloide isotónica es suficiente para restaurar la estabilidad cardiovascular, siempre y cuando se administre en cantidad suficiente.

1) Corrección del Déficit del Ayuno Obligatorio.

En la práctica, no es posible tener un solo esquema de perfusiones para todos los pacientes ni para todas situaciones.

Como ya se mencionó anteriormente, los requerimientos basales de un adulto son de aproximadamente de 1.5 a 2.0 ml/kg/h ó de 2 a 3 lt./24 hrs. De esta manera, se puede empezar a perfundir: 2 ml/kg/h de duración del ayuno. Generalmente, se administran líquidos de mantenimiento (hipotónicos con 25-75 mEq de sodio por litro) pero se pueden administrar soluciones isotónicas (Ringer-lactado).¹

En caso de la cirugía de resección endoscópica en urología o en caso de anestesia loco-regional (subarac-

noidea, peridural) siempre se deben administrar soluciones isotónicas.

Si la cirugía es menor, por ejemplo en odontología o circuncisión, administrar únicamente la mitad de la cantidad calculada. En caso de cirugía mayor, administrar la mitad durante la primera hora y la otra mitad en 1-2 hrs. subsecuentes. En el caso de anestesia regional, esta regla no es aplicable, puesto que normalmente se administra mayor cantidad de soluciones isotónicas. En el caso de la neurocirugía, únicamente se administra la cantidad necesaria para mantener la vía permeable.

2) Perfusiones Transanestésicas para la Cirugía Menor:

Este tipo de cirugía incluye, por ejemplo, la microcirugía de laringe y del oído, oftalmología, la cirugía menor con torniquete y las cistoscopías. En este caso se perfunden únicamente los líquidos para cubrir los requerimientos basales, o sea, 2 ml/kg/h. de una solución isotónica como el Ringer lactado.

3) Perfusiones Transanestésicas para la Cirugía Menor y Mayor.

A) Cirugía con Traumatismo Menor: por ejemplo amigdalectomía, cirugía plástica, cirugía de la carótida, o cirugía urológica endoscópica. Se perfunden los 2 ml/kg/h de requerimientos basales más 4 ml/kg/h por el trauma, o sea 6 ml/kg/h de una solución isotónica como el Ringer lactado o solución fisiológica.

B) Cirugía con Traumatismo Moderado: por ejemplo cirugía ginecológica, colecistectomía, toracotomía, etc., se perfunden los 2 ml/kg/h de requerimientos basales más 6 ml/kg/h por el trauma, o sea 8 ml/kg/h de una solución isotónica.

c) Cirugía con Traumatismo Severo: por ejemplo en prótesis total de cadera, cirugía abdominal (gastrectomía, resección intestinal), mastectomía, politrauma, etc., se perfunden los 2 ml/kg/h de requerimientos basales más 8 ml/kg/h, o sea 10 ml/kg/h de una solución isotónica.^{2,7}

La cirugía de la aorta abdominal es el mejor ejemplo de la cirugía con traumatismo extremo, en donde se perfunden los 2 ml/kg/h de requerimientos basales más 12-13 ml/kg/h, o sea hasta 15 ml/kg/h y no solamente guiarse por la diuresis y la PVC, sino en ocasiones con la presión capilar pulmonar, para mantener al paciente discretamente hipervolémico para el momento del despinzamiento de la aorta.³

La cirugía intra-abdominal y la cirugía ortopédica mayor están frecuentemente asociadas a pérdidas muy importantes de líquidos. Estas pérdidas dependen del grado y de la extensión del trauma quirúrgico y se dividen en: 1.- Pérdidas insensibles por la piel y la respiración. Las pérdidas respiratorias pueden aumentar un poco cuando se utiliza un sistema anestésico sin reinspi-

ración y sin humidificación; 2.- Evaporación a partir de las asas intestinales y del mesenterio, expuestos al aire ambiente frío y seco de la sala de operaciones; 3.- Hemorragia visible y hemorragia escondida (sangrado en el interior de la luz intestinal o en el retroperitoneo); 4.- Pérdidas en el 3er. espacio (edema). La inflamación, la infección y el trauma pueden secuestrar cantidades considerables de líquido, a partir de todos los compartimentos, y por último; 5.- Aspiración gastrointestinal (sondas) o fistulas.

4) Soluciones Coloides en el Transoperatorio.

Una vez que el paciente ha perdido alrededor del 20% de su volumen intravascular, hay que empezar a compensar las pérdidas sanguíneas mililitro por mililitro con los diferentes compuestos sanguíneos que tenemos a disposición. En general se utilizan los paquetes globulares para mantener un hematocrito de 30-35%; tomando en cuenta que los paquetes globulares tienen un hematocrito de alrededor de 70%, se perfunde previamente una solución isotónica como el Ringer lactado o solución fisiológica. Después de cada 4-6 paquetes globulares siempre perfundir plasma fresco congelado y después de haber reemplazado entre el 80 y 120% del volumen circulante, tratar de trasfunder sangre fresca de menos de 6hs, ya que en caso contrario, podemos esperar una trombocitopenia importante.

5) Ajuste de los Aportes.

Después de haber analizado los requerimientos hidroelectrolíticos durante los diferentes tipos de cirugía, podemos resumir diciendo que para un paciente sin problema hidro-electrolítico pre existente a la inducción anestésica, debemos:

- Compensar el déficit del ayuno (2 ml/kg/h).
- Asegurar los requerimientos basales (2 ml/kg/h).
- Reemplazar las pérdidas propias del trauma (agregando 4, 6, 8 ml/kg/h).
- Reemplazar con los compuestos sanguíneos necesarios.

e) Individualizar las soluciones a perfundir para cada caso sin olvidar el monitoreo continuo del paciente. Antes que nada, hay que asegurar una diuresis de por lo menos 1 ml/kg/h en aquellos casos que requieren una sonda vesical o en operaciones de larga duración. La diuresis es probablemente el mejor parámetro para ajustar el aporte de líquidos transoperatorios.

Situaciones particulares. Existen múltiples situaciones en las que no podemos ni debemos aplicar las reglas del manejo de líquidos y electrolitos antes mencionadas. Tales situaciones son por ejemplo: en cirugía cardíaca con circulación extracorpórea, en donde juegan un papel muy importante, el tipo de cirugía, el tratamiento previo, el estado general del paciente, la hipotermia controlada, la hemodilución a la que se conduce durante la CEC y al monitoreo invasivo que habitualmente se

tiene. Otros ejemplos son: en neurocirugía, en pediatría, en obstetricia, en geriatría, etc., en donde las particularidades y diferencias fisiológicas y fisiopatológicas de cada uno de ellos nos conduce a tomar en cuenta múltiples parámetros para el manejo de los líquidos y electrolitos. Sería imposible analizar cada uno de éstos, ya que son temas sumamente amplios, y por esta razón se van a mencionar ciertos casos o situaciones particulares a las que frecuentemente nos vemos enfrentados como son: la cirugía urológica transuretral, en estado de choque y en insuficiencia renal.

A) Perfusiones Durante la Cirugía Transuretral.

La absorción intravasal del líquido de irrigación por los senos venosos abiertos es constante (según la duración de la operación es alrededor de 800 a 2,000 ml. de agua libre). En ocasiones esta absorción es masiva y resulta en una hemodilución importante, el sodio plasmático puede caer a 120 mEq/L y puede evolucionar hasta el síndrome de intoxicación al agua,⁴ caracterizado por la presencia de hipertensión, taquicardia, elevación de la presión venosa central, descompensación cardiaca, taquipnea, disnea, sibilancias, estertores pulmonares, hipoxia, hiponatremia, aprehensión, desorientación, convulsiones, coma y hemólisis. Clínicamente se detecta rápidamente en caso de anestesia regional (subaracnoides o peridural).

El tratamiento consiste en terminar la operación y parar la irrigación, hay que administrar diuréticos, solución hipertónica de NaCl al 3% y si es necesario de inotrópicos positivos. La prevención consiste, entre otras cosas, en perfundir una solución isotónica como el Ringer-lactado durante la operación hasta 6 ml/kg/h y de evitar que la intervención quirúrgica se prolongue por más de una hora.

B) Soluciones Isotónicas en Trauma Masivo y en Estado de Choque.

Para comprender mejor esta sección, es importante mencionar ciertos conceptos sobre los movimientos del líquido intersticial extracelular.

Existen tres fuentes de pérdida del líquido intersticial asociadas a choque, hemorragia y trauma. La primera de ellas es en caso de hemorragia, el movimiento del líquido intersticial extracelular hacia el espacio intravascular para reemplazar el volumen plasmático. La segunda, es la formación de edema tisular, o sea, salida del líquido intersticial de su compartimiento funcional. El edema tisular se debe al propio traumatismo y al trauma quirúrgico. En caso de intervenciones intraperitoneales prolongadas, existe una translocación muy importante de líquido hacia la luz intestinal y formando edema en la pared intestinal. La tercera fuente de pérdida es hacia el interior de las células (principalmente en músculo esquelético) debido a una disminución de la actividad de la bomba de sodio a nivel de la membrana

por hipoperfusión. Estas fuentes de pérdida exigen su reemplazo con soluciones isotónicas similares al líquido intersticial extracelular. Por supuesto, el uso de soluciones isotónicas como el Ringer lactado no reemplaza la sangre perdida, sino que reemplaza el líquido extracelular (intravascular y extracelular). Cuando no se puede detener la pérdida de líquido o cuando no se reemplaza a la misma velocidad se conduce a lo que todos conocemos como choque hipovolémico. Actualmente, choque se define como la manifestación de una perfusión tisular inadecuada de órganos vitales, lo cual es el común denominador de todas las formas de choque.⁸

El estado de choque o hipoperfusión tisular puede ser inducido por múltiples mecanismos. Para simplificar se puede definir como: 1.- Choque cardiogénico: insuficiencia de corazón de funcionar como bomba, ya sea por disfunción del miocardio como en el infarto del miocardio, arritmias cardiacas o depresión miocárdica de cualquier etiología o la restricción del miocardio para bombear (por ejemplo en tamponade cardiaco, neumotórax a tensión, obstrucción de la vena cava); 2.- Choque hipovolémico: disminución del volumen bombeado por pérdidas de sangre, de plasma o líquido extracelular total; y 3.- Choque de capacitancia: por disminución del tono vascular, generalmente inducido por dos estados fisiopatológicos: a) pérdida de la homeostasis neurológica secundaria a una lesión medular o b) sepsis o alteraciones metabólicas que tienen un efecto directo sobre las resistencias periféricas, la capacitancia venosa y probablemente la apertura de los cortocircuitos A-V periféricos.

En el tratamiento actual del choque hipovolémico, existen dos tipos de soluciones comúnmente utilizadas para restaurar el volumen circulante, además de reemplazar la sangre. Estos dos tipos de soluciones son: las soluciones isotónicas, en relación al contenido en sodio (solución fisiológica de NaCl 0.9% y Ringer lactado) y las soluciones de albúmina al 5% en Ringer lactado.²⁴⁻²⁶ Técnicamente, la diferencia principal entre ambas soluciones es la presión coloidosmótica de la albúmina.⁹ Existen múltiples argumentos en pro de la otra solución y actualmente persiste la discusión respecto a la reanimación con soluciones coloides o cristaloides. Dentro de los argumentos en favor de las soluciones isotónicas están principalmente: 1) Durante el estado de choque, hay una pérdida obligada de líquido extracelular, esta pérdida es mejor reemplazada con una solución que se equilibre rápidamente con el espacio extracelular;^{8, 10, 11} 2) No existe evidencia de un aumento en la morbilidad secundaria al uso adecuado de las soluciones isotónicas;^{12 14 3} 3) No hay una incidencia mayor de edema pulmonar en pacientes reanimados con soluciones isotónicas y muy probablemente hay una disminución de complicaciones renales.¹⁵⁻¹⁹ Por otro lado, las razones en

favor de las soluciones de albúmina para la reanimación son: a) Las soluciones coloides permanecen más tiempo en el espacio intravascular (según la ley de Starling;²⁰ lo que conduce a utilizar menor cantidad de soluciones durante la reanimación; b) La disminución de la pérdida de líquido del espacio intravascular puede disminuir la incidencia de edema pulmonar postreanimación;^{21, 23} El estado hipo-oncótico que frecuentemente se ve en el periodo post-reanimación tiene menor incidencia.^{9, 21, 22, 27} Estos incisos se analizarán con mayor detalle. Múltiples estudios han demostrado que en choque hipovolémico y una disminución de volumen extravascular. Además, se ha demostrado que la respuesta celular al periodo de hipotensión se manifiesta como una depresión en el transporte activo de iones con un aumento intracelular de sodio, cloro y agua, con un aumento extracelular de potasio. La restauración del volumen extracelular en hipovolemia no sólo es importante clínicamente, sino que experimentalmente produce la normalización del potasio extracelular y del sodio, del cloro y del agua a nivel intracelular.²⁵ Esta restauración del volumen se obtiene mejor con soluciones salinas isotónicas que rápidamente se distribuye en el volumen extracelular total.

Actualmente el principal punto de discusión entre los investigadores es: si el uso de soluciones isotónicas durante la reanimación favorece la incidencia del síndrome de insuficiencia respiratoria progresiva o si el uso de soluciones coloides durante la reanimación protege hasta cierto punto debido a un efecto coloide.

El aumento de la presión oncótica plasmática disminuiría la pérdida del volumen intravascular hacia el intersticio o inversamente, facilitaría el movimiento del exceso de líquido intersticial hacia el espacio intravascular. Esto está basado simplemente en un modelo de la ley de Starling. Estos modelos *in vitro* se hicieron sin tomar en cuenta el flujo linfático que existe *in vivo*. El sistema linfático proporciona una vía a través de la cual el líquido puede pasar del intersticio hacia la sangre. Además, los vasos linfáticos también transportan las proteínas que se encuentran en el intersticio. Este sistema mantiene la presión oncótica en el intersticio dentro de lo normal.⁹ Si este mecanismo no existiera, el aumento de la presión oncótica en el intersticio perturbaría el flujo de líquido a nivel capilar y resultaría en la formación de importante edema. Se ha demostrado que existe un escape transcápilar continuo de albúmina y se ha calculado siendo aproximadamente el 5% del pool total en adultos normales.

Durante una perfusión de albúmina, este escape llega a triplicarse. Por otro lado, todos los tejidos tienen un factor de seguridad para proteger la formación de edema y es el flujo linfático, éste puede aumentar hasta 20 veces antes de que el edema aparezca.

Se han realizado múltiples estudios clínicos para

comparar la evolución de pacientes reanimados con soluciones isotónicas o con soluciones coloides de albúmina al 5%. Actualmente se ha llegado a la conclusión de que es preferible utilizar soluciones isotónicas (ringer o solución fisiológica de NaCl 0.9%) para reanimar a los pacientes en estado de choque o de traumatismo severo. No se ha encontrado ninguna diferencia significativa en la evaluación postreanimación, sea con coloides o con cristaloides y por otro lado, es mucho más económico. Además, ciertos estudios han demostrado que la función renal se restablece más rápido y hay menor índice de necrosis tubular en los grupos tratados con soluciones cristaloides.^{19, 25, 27}

Soluciones cristaloides recomendadas en la reanimación. Sin duda alguna, las soluciones que se deben de utilizar son: Solución de Ringer o solución fisiológica de Cloruro de sodio al 0.9%.

Teóricamente, ambas soluciones podrían afectar el equilibrio ácido-base en forma diferente. En el estudio de Corgan y cols., hecho en perros demostró que durante la fase de reanimación, después de provocar choque hipovolémico, las variables que se tomaron en cuenta no difieren en forma significativa entre el grupo tratado con solución fisiológica y con el grupo tratado con solución de Ringer. La única variable que presentó diferencia fue el pH sanguíneo, el cual al inicio del tratamiento disminuyó y que después se normalizó. En general, el cambio del pH del periodo entre el estado de choque y al final de la reanimación, en el grupo de Ringer hubo un aumento neto de 0.9 por unidad de pH, mientras que en el grupo de solución fisiológica hubo una disminución neta de 0.4 por unidad de pH. La solución de Ringer combinada con sangre total para el tratamiento del choque tiende a normalizar el pH arterial.

El pH de la solución fisiológica es de 6.1, mientras que de la solución de Ringer es de 6.5 y que contiene .28 meq/L de lactato, el cual en teoría es metabolizado en el hígado en bicarbonato, dependiendo del grado de alteración del metabolismo hepático secundario al periodo de hipoperfusión, pero que finalmente la diferencia de pH entre ambos grupos se debe al metabolismo del lactato en bicarbonato. Además, la administración de sangre total aporta el buffer necesario para normalizar el pH y que combinada con solución de Ringer se corrige más rápidamente la acidosis, lo cual es nuestro objetivo primordial. Por esta razón se recomienda utilizar de preferencia la solución de Ringer, al menos en la fase inicial de la reanimación del paciente en estado de choque hipovolémico.

Conclusiones: Como se puede observar, el manejo de líquidos y electrolitos del paciente quirúrgico es sumamente amplio y abarca conocimientos profundos de la fisiología y de la fisiopatología para mantener la ho-

meostasis y la importancia que tiene restaurar y mantener una volemia adecuada y para ello utilizar un monitoreo invasivo o no invasivo, según el caso. También se ha mencionado qué tipo de soluciones son las más ade-

cuadas para manejo de líquidos y electrolitos y como se puede observar, las soluciones glucosadas tienen poca cabida en el paciente quirúrgico a excepción de casos particulares.

REFERENCIAS

1. JENKINS M T, GIESECKE A H, JOHNSON E R. *The postoperative patient and his fluid and electrolyte requirements*. Br J Anaesth 1975; 47:143.
2. GIESECKE A H. *Anesthesia*. Edited by Ronald Miller, Vol. 2:865; 883, Churchill Livingstone, 1981.
3. THOMPSON J E, HOLLIER L H, PATMAN R D. *Surgical management of abdominal aortic aneurysms, factors influencing mortality and morbidity*. Am Surg 1975; 181:654.
4. STILL J A, MODEL J H. *Acute water intoxication during transurethral resection of the prostate using glycine solution for irrigation*. Anesthesiology 1973; 38:98.
5. POWERS S R. *Fluid and electrolyte management Handbook of critical care*. Edited by Berk J. and Sampliner J. E. 2nd edition 1982, p.p. 317-336.
6. SHIRES G T, CANIZARO P C. *Fluid electrolyte and nutritional management of the surgical management. Principles of Surgery*. 3rd edition. Edited by Schwartz S. McGraw Hill, 1979, pp 65-97.
7. GIESECKE A H, BEYER C W. *Perioperative fluid management*. Cur Prob Anesth Crit Care Med 1977; 1:1.
8. SHIRES G T. *Principles and management of hemorrhagic shock in care of the trauma patient*. Edited by Shires G.T. 2nd edition, McGraw Hill, 1979 p. 3.
9. GRANGER D N. *Physiologic basis for the clinical use of albumin solutions*. Surgeon General's Office 1978; 146:97.
10. MOYER C A, MORGRAFF H W, MONAFO W W. *Burn shock and extravascular sodium deficiency-treatment with Ringer's solutions with lactate*. Arch Surg 1965; 90:799.
11. CARRICO C J, CAMIZARO P C, SHIRES G T. *Fluid resuscitation following injury: Rationale for use of balanced salt solutions*. Crit Care Med 1976; 4:46.
12. CAREY L C, LOWREY B D, CLOUTCHIER C T. *Hemorrhagic shock*. Curr Probl Surg 1971; 8:31.
13. MOSS G S. *Crystalloid vs. Colloid in the resuscitation of hemorrhagic shock. A controlled clinical trial*. Surgery 1979; 89:434.
14. VIRGILIO R W. *Crystalloid vs. Colloid resuscitation: Is one better? A randomized clinical study*. Surgery 1979; 85:129.
15. IRWIN T T. *Plasma-volume deficits and salt and water excretion after surgery*. Lancet 1972; 2:1159.
16. LOWE R J. *Crystalloid vs Colloid in the etiology of pulmonary failure after trauma. A randomized trial in man*. Surgery 1977; 81: 676.
17. MOSS G S. *Hemorrhagic shock in the baboon II. Changes in lung compliance associated with hemorrhagic shock and resuscitation*. J Trauma 1968; 8:842.
18. MOSS G T. *An argument in favor of electrolyte solution for early resuscitation*. Surg Clin North Am 1972; 52:3.
19. SIEGEL D C. *Effects of saline and colloid resuscitation on renal function*. Ann Surg 1973; 177:51.
20. STARLING E H. *On absorption of fluids from the connective tissue spaces*. J Physiol 1985; 19:312.
21. SKILLMAN J J, RESTALL D S, SALZMAN E W. *Randomized trial of albumin vs electrolyte solutions during abdominal aortic operations*. Surgery 1975; 78:291.
22. MARTY A T. *Hyperoncotic albumin therapy*. Surgeon General's Office 1974; 139:105.
23. MACINTYRE E, BULLEN C, MACHIN S J. *Fluid replacement in hypovolemia (Review article)*. Intensive Care Med 1985; 11:231-233.
24. STURN J A, WIESNER D H. *Fluid resuscitation of hypovolemia*. Intensive Care Med 1985; 11:227-230.
25. MC LEDINGHAM A, RAMSAY G. *Hypovolaemic shock*. Br J Anesth 1986; 58:169-189.
26. RACKOW E. *Fluid resuscitation in circulatory shock: A comparison of the cardiorespiratory effects of albumin, hetastarch and saline solutions in patients with hypovolemic and septic shock*. Crit Care Med 1983; 11:839-850.
27. BAXTER C R, ZEDLITZ W H, SHIRES G T. *High output acute renal failure complicating traumatic injury*. J Trauma 1964; 4:567.
28. LONGNECKER D E. *The patient in shock: perioperative and anesthetic care*. Refresher courses in anesthesiology 1981; 9:85-96.