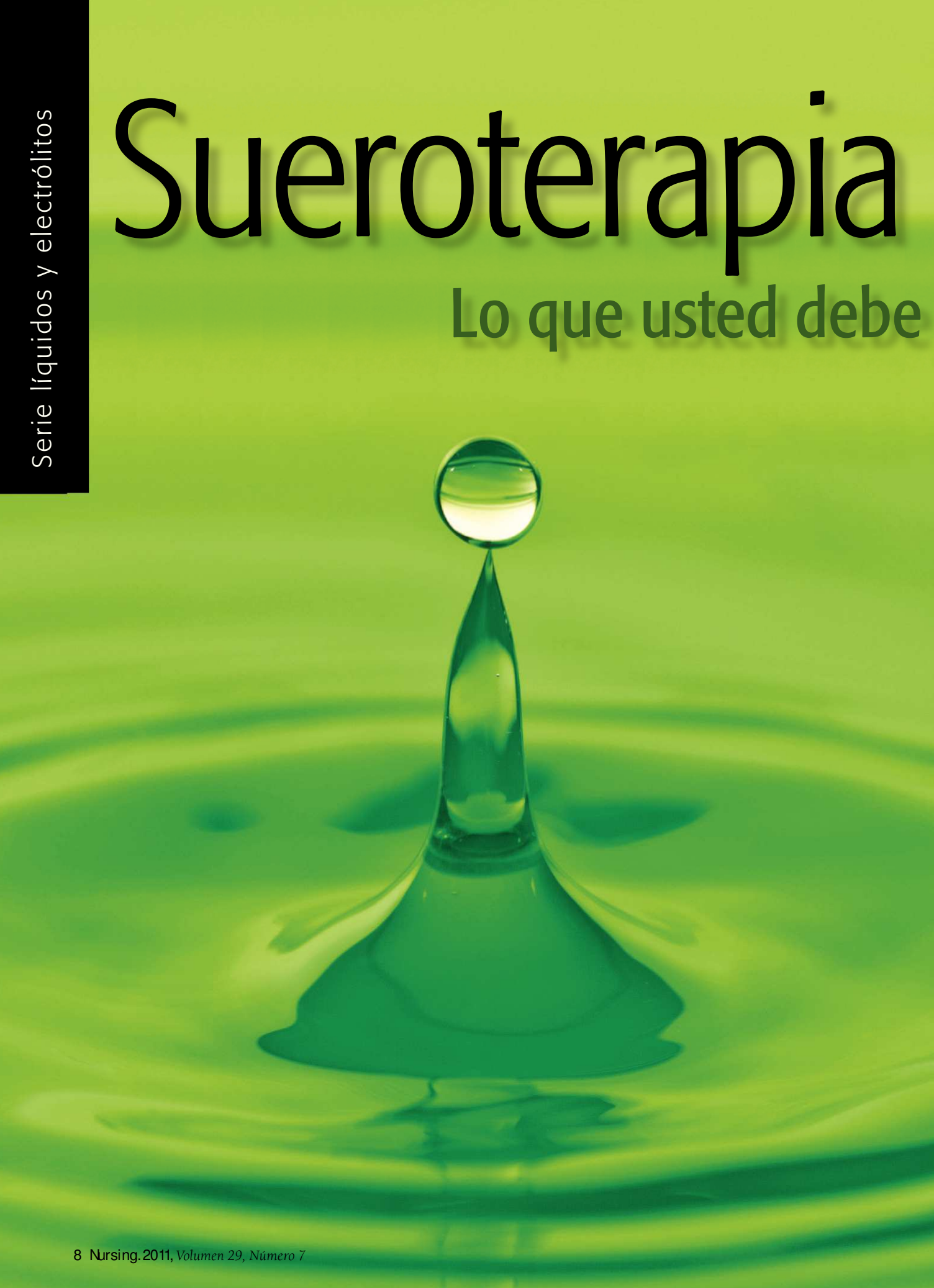
Serie líquidos y electrólitos

Sueroterapia

Lo que usted debe



intravenosa

saber

Ann Crawford, PhD, RN, y Helene Harris, MSN, RN

Éste es el primero de una serie de artículos relativos a la sueroterapia y a los electrólitos.

¿PODRÍA IMAGINARSE la vida sin agua? Por supuesto, ello no es posible debido a que el agua es esencial para la vida. De la misma forma, los líquidos corporales son clave para el mantenimiento del funcionamiento normal del organismo.

El cuerpo reacciona frente a las modificaciones internas y ambientales mediante el ajuste de sus funciones vitales para mantener el balance de los líquidos y los electrólitos, facilitando así la homeostasis. En este artículo vamos a ver cómo actúan los líquidos en el interior del organismo y cuáles son los momentos y las razones por las que se deben utilizar las distintas formas de sueroterapia intravenosa (i.v.) para el mantenimiento de la homeostasis. En los artículos siguientes de esta serie veremos los desequilibrios electrolíticos específicos. A menos que se indique otra cosa, la información recogida en estos artículos se refiere a los pacientes adultos, no a los pediátricos.

Objetivo general. Proporcionar al profesional de enfermería una revisión de la sueroterapia intravenosa y los mecanismos para restablecer la homeostasia.

Objetivos de aprendizaje. Tras la lectura de este artículo, usted será capaz de:

1. Identificar los principales compartimentos de líquidos del organismo.

2. Describir los mecanismos de acción de los diferentes coloides y cristaloides.

3. Analizar las consideraciones de emergencia en la administración de líquidos por vía intravenosa.

Agua, agua por todas partes

Las soluciones están constituidas por líquido (el disolvente) y por partículas (el soluto) disueltas en el líquido. El agua es el líquido principal del cuerpo y es esencial para el funcionamiento adecuado de los órganos y sistemas, y para la supervivencia. A pesar de que una persona puede pasar varias semanas sin ingerir alimentos, solamente puede sobrevivir unos pocos días sin agua[1].

El agua desempeña numerosas funciones en el organismo, por ejemplo:

- Actúa como sistema de transporte para los nutrientes, los gases y los productos de desecho, en sus desplazamientos al interior y exterior de las células.
- Facilita la eliminación de los productos de desecho a través de los riñones, el tracto gastrointestinal (GI), la piel y los pulmones.
- Regula la temperatura corporal mediante la evaporación que tiene lugar en la superficie de la piel.

El agua debe ser consumida y eliminada del cuerpo todos los días. Para que el organismo pueda mantener su función normal, el consumo y la eliminación de líquidos deben ser muy similares. El agua se obtiene a través de la bebida y del metabolismo de los nutrientes procedentes del consumo de alimentos[2,3].

El consumo de líquido está regulado por el mecanismo de la sed, localizado en el encéfalo. Este mecanismo es estimulado cuando disminuye el volumen de la sangre. El incremento de la osmolalidad estimula el centro de la sed, desencadenando el impulso para el incremento del consumo de líquido[4].

El agua abandona el cuerpo a través de los riñones, el tracto GI, los pulmones y la piel. Las pérdidas de agua procedentes de los riñones y del tracto GI se denominan *pérdidas sensibles,* ya que pueden ser cuantificadas. Las *pérdidas insensibles* corresponden a las pérdidas de agua que no pueden ser cuantificadas, tal como las que tienen lugar por evaporación en la superficie de la piel y a través de los pulmones en el contexto de la respiración[2].

Dos compartimentos líquidos principales

Los líquidos existentes en el interior del cuerpo están contenidos en dos compartimentos básicos, el intracelular y el extracelular, separados por las membranas celulares y las paredes

capilares. (Véase el cuadro anexo *Los dos compartimentos líquidos básicos*.)

El compartimento líquido intracelular, constituido por el líquido existente en el interior de todas las células de nuestro cuerpo, es el de mayor tamaño. El compartimento líquido extracelular contiene todo el líquido existente en el exterior de las células y se subdivide en dos componentes principales: el ***líquido intravascular,*** contenido en los vasos sanguíneos, y el ***líquido intersticial,*** localizado en los espacios tisulares. Los espacios intracelular, intravascular e intersticial son los compartimentos líquidos principales del cuerpo.

Una tercera categoría del compartimento líquido extracelular es el denominado compartimento transcelular, que incluye el líquido cefalorraquídeo y el líquido contenido en espacios corporales como la cavidad pleural y los espacios articulares. Dado que los líquidos transcelulares no contribuyen normalmente de manera significativa al equilibrio líquido, quedan fuera del objetivo de este artículo[1,2].

¿Qué proporción de nuestro cuerpo corresponde a agua?

La cantidad de agua existente en el cuerpo varía en función de la edad, el sexo y la constitución corporal. En los adultos no obesos el líquido intracelular constituye aproximadamente el 40% del peso corporal, mientras que el líquido extracelular representa el 20%[1,4]. (Véase el cuadro anexo *Distribución de los líquidos corporales*.)

La masa muscular corporal magra contiene agua abundante, mientras que el tejido adiposo presenta un porcentaje menor de agua. A consecuencia de ello, una persona con sobrepeso corporal u obesidad muestra un porcentaje menor de agua, en comparación con una persona delgada y con buena musculatura. De la misma forma, las mujeres presentan característicamente un porcentaje de agua corporal total inferior al de los hombres, debido a que su porcentaje de tejido adiposo corporal es mayor. Los ancianos tienden a presentar una concentración de agua menor debido a la disminución de la masa muscular relacionada con la edad. Por el contrario, la cantidad de agua en el cuerpo de los niños representa un porcentaje elevado de su peso corporal, hasta del 80% en el recién nacido a término[1,4].

Los líquidos no se mantienen estáticos en el interior de los compartimentos corporales; más que ello, se desplazan continuamente entre los diferentes compartimentos con el objetivo del mantenimiento de la homeostasis. Las membranas celulares son semipermeables, lo que significa que permiten el paso de los líquidos y de algunos solutos (partículas disueltas en una solución).

Los líquidos y los electrólitos se desplazan entre los compartimentos en función de mecanismos de transporte pasivos y activos. El transporte pasivo tiene lugar en las situaciones en las que no se requiere energía para el desplazamiento de los líquidos y los electrólitos. La difusión, la ósmosis y la filtración son ejemplos de mecanismos de transporte pasivo que dan lugar al movimiento de los líquidos y los electrólitos corporales[2].

Osmolalidad y osmolaridad son términos muy parecidos que a menudo se confunden. El término ***osmolalidad*** se utiliza generalmente en referencia a los líquidos existentes en el interior del organismo y corresponde a la concentración del soluto en el líquido en función del peso corporal: el número de miliosmoles (mosm) por cada kilogramo (kg) de solución. El término ***osmolaridad*** se refiere a la concentración del soluto en el líquido en función del número de mosm por litro de solución. Dado que 1 l de agua tiene un peso de 1 kg, los rangos normales son los mismos y estos términos se utilizan a menudo de forma indistinta.

Las modificaciones en la concentración del soluto influyen en el movimiento del agua entre los distintos compartimentos líquidos. La osmolalidad normal del plasma y de los demás líquidos corporales oscila entre 270 y 300 mosm/l. La función corporal óptima tiene lugar cuando la osmolalidad de los líquidos en todos los compartimentos corporales se acerca a 300 mosm/l. Si los líquidos corporales tienen una gran equivalencia en lo relativo a esta concentración de partículas, se denominan ***isotónicos***.

Los líquidos cuya osmolalidad es inferior a 270 mosm/l son hipotónicos en comparación con los líquidos isotónicos, mientras que los líquidos cuya osmolalidad es superior a 300 mosm/l son hipertónicos[2]. La tonicidad de los líquidos utilizados en la sueroterapia i.v. será abordada con detalle más adelante en este artículo.

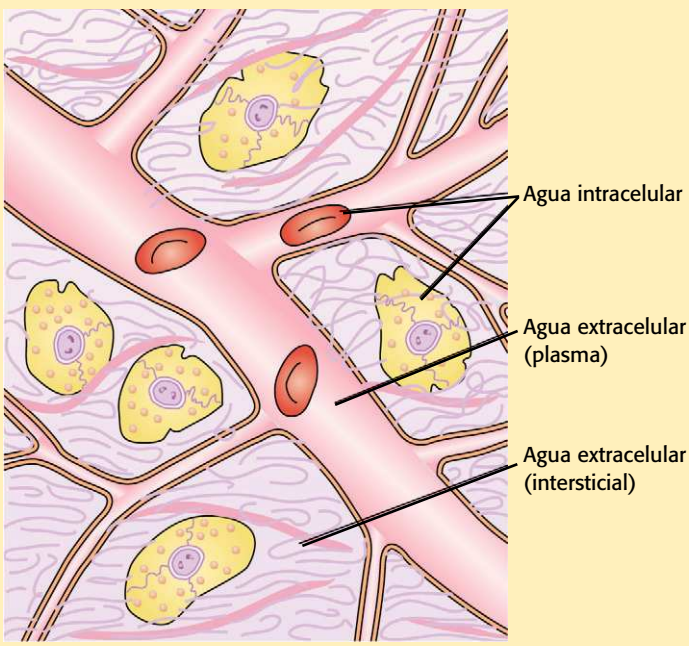
A través de mecanismos como la sed, el sistema renina-angiotensina-aldosterona, la hormona antidiurética y el péptido natriurético auricular, el organismo es capaz de mantener concentraciones adecuadas de los líquidos y los electrólitos, y de evitar los desequilibrios. Cuando se produce un desequilibrio, usted como profesional de enfermería debe ser capaz de identificar la causa del problema y de controlar al paciente durante el tratamiento.

Soluciones cristaloides y soluciones coloides

Uno de los métodos para el tratamiento de las alteraciones en los líquidos y los electrólitos es la perfusión de soluciones i.v., que muestran entre sí diferencias específicas en su composición e influyen

Los dos compartimentos líquidos básicos

Los espacios intracelular y extracelular son los compartimentos líquidos básicos del cuerpo. El espacio extracelular se subdivide en los espacios intravascular e intersticial.



Fuente: Porth CM. Essentials of Pathophysiology. 3th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2011. p 160.

en la forma en que el organismo reacciona frente a su administración. Cuando administra alguna forma de sueroterapia i.v., usted debe conocer las características de la solución que está utilizando y la forma en que influye en la situación clínica del paciente.

Las soluciones i.v. utilizadas para la reposición de los líquidos se pueden incluir en dos categorías generales: soluciones coloides y soluciones cristaloides. Las ***soluciones coloides*** contienen moléculas de gran tamaño que no atraviesan las membranas semipermeables. Tras su perfusión, permanecen en el compartimento intravascular y amplían el volumen intravascular al inducir un efecto de extracción del líquido existente en los espacios extravasculares debido a su elevada presión oncótica. Volveremos más adelante sobre las soluciones coloides.

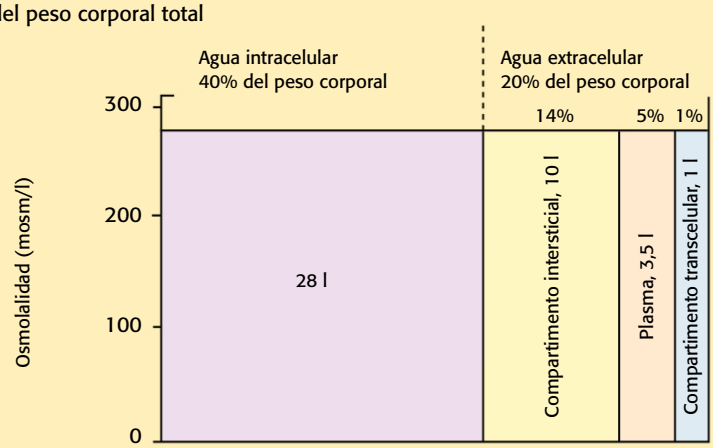
Las ***soluciones cristaloides*** son solutos que pueden presentar cristalización y que se pueden mezclar y disolver en una solución con facilidad. Los solutos pueden ser electrólitos o sustancias distintas de los electrólitos, tal como la dextrosa.

Las soluciones cristaloides contienen moléculas pequeñas que atraviesan con facilidad las membranas semipermeables, lo que permite su transferencia desde el torrente sanguíneo hasta las células y los tejidos corporales. Estas soluciones pueden incrementar el volumen de líquido en los espacios intersticial e intravascular.

Las soluciones cristaloides se caracterizan por su tonicidad relativa (antes de la perfusión) en relación con el plasma. La tonicidad es la concentración de las moléculas disueltas en la solución[5,6]. En los apartados siguientes se abordan con detalle las soluciones cristaloides isotónicas, hipotónicas e hipertónicas.

Distribución de los líquidos corporales

Esquema del tamaño aproximado de los compartimentos líquidos en un adulto de 70 kg de peso corporal. El agua corporal total representa aproximadamente el 60% del peso corporal total



Fuente: Porth CM. Essentials of Pathophysiology. 3th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2011. p 162.

LÍQUIDOS ISOTÓNICOS

Una solución es isotónica cuando la concentración de las partículas disueltas en la misma es similar a la del plasma. Las soluciones isotónicas presentan una osmolalidad de 375 mosm/l[7]. Cuando la presión osmótica es constante en el interior y el exterior de las células, el líquido de cada compartimento se mantiene en el interior del mismo (no hay ningún tipo de desplazamiento) y las células no muestran aumento ni disminución de volumen. Dado que las soluciones isotónicas tienen la misma concentración de solutos que el plasma, las soluciones de este tipo no se introducen en las células cuando son administradas. Más que ello, se mantienen en el compartimento líquido extracelular y se distribuyen entre los espacios intravascular e intersticial, incrementando así el volumen intravascular[6]. Entre los distintos tipos de soluciones isotónicas están la de cloruro sódico al 0,9% (ClNa al 0,9%), la solución lactato de Ringer, la solución de dextrosa en agua al 5% (D_5) y la solución de Ringer.

La solución de cloruro sódico al 0,9% está constituida simplemente por agua salada y contiene únicamente agua, sodio (154 meq/l) y cloruro (154 meq/l). A menudo se denomina "solución salina normal" debido a que el porcentaje de cloruro sódico disuelto en la solución es similar a la concentración habitual de sodio y cloruro en el espacio intravascular.

Dado que el agua se desplaza hacia donde lo hace el sodio, la solución de cloruro sódico al 0,9% incrementa el volumen de líquido en los espacios extracelulares. Se administra como tratamiento de las situaciones de disminución del líquido extracelular, tal como el déficit de volumen líquido secundario a una hemorragia, un cuadro importante de vómitos o diarrea, o un problema de drenaje importante debido a aspiración GI, fístula o heridas. Entre los problemas clínicos tratados habitualmente mediante la perfusión de soluciones de cloruro sódico al 0,9% están el shock, la hiponatremia leve, la acidosis metabólica (tal como la cetoacidosis diabética) y la hipercalcemia; en los pacientes con necesidad de reposición de líquidos también puede estar indicada la solución de cloruro sódico al 0,9%. Es la solución de elección en el contexto de las maniobras de reanimación[2,8]. Por otra parte, es el único líquido utilizado junto con la administración de hemoderivados.

Hay que tener en cuenta que, debido a que la solución de cloruro sódico al 0,9% repone el líquido extracelular, se debe utilizar con prudencia en ciertos pacientes, tal como los que padecen enfermedades renales o cardíacas, debido a la posibilidad de que se produzca una sobrecarga de volumen líquido.

La ***solución lactato de Ringer*** (LR), también denominada solución láctica de Ringer o de Hartmann, es la más adaptable desde el punto de vista fisiológico debido a que su contenido en electrólitos es el más parecido a la composición del suero y el plasma sanguíneos del cuerpo. Debido a ello, la solución LR es otra buena elección en la reanimación líquida de primera línea en ciertos pacientes, tal como los que han sufrido quemaduras. Contiene 130 meq/l de sodio, 4 meq/l de potasio, 3 meq/l de calcio y 109 meq/l de cloruro. La solución LR no contiene calorías ni magnesio, y solamente contiene una cantidad limitada de potasio[2].

La solución LR se utiliza para la reposición de las pérdidas de líquidos a través del tracto GI, el drenaje de fístulas, las quemaduras y los traumatismos. También se administra a los pacientes que presentan una hemorragia o una hipovolemia aguda debido a desplazamientos de líquido hacia el tercer espacio[6]. Tanto la solución de cloruro sódico al 0,9% como la solución LR pueden ser utilizadas además en otras muchas situaciones clínicas, pero en los pacientes con necesidad de reposición de los electrólitos (tal como los que han sido intervenidos quirúrgicamente o los que han presentado quemaduras) tiene más utilidad la perfusión de una solución LR[6].

La solución LR es metabolizada en el hígado, que convierte el lactato en bicarbonato. Como solución alcalinizante, la solución LR se usa a menudo en pacientes que presentan acidosis metabólica. No se debe administrar la solución LR a los pacientes

que no pueden metabolizar el lactato debido a cualquier razón, tal como los aquejados de una hepatopatía o los que presentan acidosis láctica.

Dado que el hígado normal convierte la solución LR en bicarbonato, no se debe utilizar en los pacientes cuyo pH es superior a 7,5; por otra parte, debido a que contiene algo de potasio hay que utilizarla con prudencia en los pacientes con insuficiencia renal[3].

La *solución de Ringer,* tal como ocurre con la solución LR, contiene sodio, potasio, calcio y cloruro en concentraciones similares (147 meq/l de sodio, 4 meq/l de potasio, 4 meq/l de calcio y 156 meq/l de cloruro). Sin embargo, no contiene lactato. La solución de Ringer se utiliza en situaciones similares a la solución LR, pero carece de contraindicaciones en lo que se refiere al lactato. No obstante, dado que no es un compuesto alcalinizante, puede no estar indicada en los pacientes con acidosis metabólica[3,6].

La *solución de dextrosa al 5% en agua* es especial debido a que puede ser clasificada como isotónica y como hipotónica. La dextrosa existente en esta solución hace que su tonicidad inicial sea similar a la del líquido intravascular, lo que la convierte en una solución isotónica. Sin embargo, la dextrosa (a la concentración existente en esta solución) es metabolizada rápidamente por el organismo, de manera que en el plasma no quedan partículas osmóticamente activas[6].

La solución de D_5 en agua proporciona agua libre, es decir, moléculas de agua libres y no fijadas de tamaño suficientemente pequeño como para atravesar los poros de las membranas hasta alcanzar los espacios intracelular y extracelular. El pequeño tamaño de estas moléculas también les permite desplazarse libremente entre los distintos compartimentos, con una expansión simultánea de ambos[6]. El agua libre diluye inicialmente la osmolalidad del líquido extracelular; una vez que la célula ha utilizado la dextrosa, el componente salino y los electrólitos restantes son dispersados en forma de una solución electrolítica isotónica, lo que proporciona una hidratación adicional en el compartimento líquido extracelular. La solución de dextrosa también proporciona agua libre a los riñones, facilitando así la excreción renal de los solutos. Dado que proporciona agua libre tras el metabolismo, la solución de D_5 en agua también es considerada una solución hipotónica[6].

La solución de D_5 en agua es básicamente una solución de azúcar en agua que aporta 170 calorías/l, pero no permite la reposición de los electrólitos. No obstante, es adecuada para el tratamiento de la hipernatremia, ya

Los ancianos tienden a presentar una concentración menor de agua debido a la disminución de la masa muscular relacionada con la edad.

que diluye el sodio extra existente en el compartimento extracelular.

La solución de D_5 en agua no se debe utilizar como método único en el tratamiento de los cuadros de déficit del volumen líquido debido a que diluye las concentraciones plasmáticas de los electrólitos. También está contraindicada en las circunstancias clínicas siguientes:

- Para la reanimación, dado que esta solución no se mantiene en el espacio intravascular.
- En el período postoperatorio inicial, dado que la reacción del organismo frente a la sobrecarga que supone la cirugía puede dar lugar a un incremento en la secreción de hormona antidiurética[2].
- En los pacientes con incremento de la presión intracraneal (PIC) o con sospecha de este problema, debido a sus propiedades hipotónicas tras su metabolismo.

A pesar de que aporta unas pocas calorías, la solución de D_5 en agua no representa una forma de nutrición adecuada a largo plazo.

Consideraciones de enfermería respecto a las soluciones isotónicas

Usted debe ser consciente de que los pacientes tratados por hipovolemia pueden desarrollar rápidamente una hipervolemia (sobrecarga de volumen líquido) tras la perfusión rápida o excesiva de líquidos isotónicos. Antes de iniciar la perfusión es necesaria la documentación de los signos vitales basales, el estado relativo al edema, los ruidos pulmonares y los ruidos cardíacos; después, hay que seguir controlando estos signos durante y después de la perfusión.

Valore la respuesta del paciente frente a la sueroterapia i.v. mediante el control de los signos y los síntomas de hipervolemia, como la hipertensión, el pulso saltón, los estertores pulmonares, la disnea, el edema periférico, la distensión venosa yugular y la aparición de ruidos cardíacos adicionales como el tercer ruido. También es importante vigilar los consumos y eliminaciones, el hematócrito y la hemoglobina. La cabecera de la cama del paciente debe estar elevada unos 35-45°, a menos que esté contraindicado. Si existe edema hay que elevar las piernas del paciente. Es importante que determine si el edema deja o no huella, así como la intensidad de la huella en el primer caso. (Véase el cuadro anexo *Valoración del edema con huella*.)

Por otra parte, tiene que controlar los signos y síntomas de la hipovolemia sostenida, incluyendo la diuresis inferior a 0,5 ml/kg/h, la disminución de la turgencia cutánea, la taquicardia, el pulso débil y filiforme, y la hipotensión[2].

Proporcione educación sanitaria al paciente y a su familia respecto a los signos y síntomas de la sobrecarga volumétrica y de la deshidratación, al tiempo que instruye a su paciente para que avise a su profesional de enfermería de referencia si tiene algún problema con la respiración o nota cualquier tipo de edema. Los pacientes y las familias deben saber que la cabecera de la cama del paciente tiene que estar elevada (a menos que esté contraindicado).

LÍQUIDOS HIPOTÓNICOS

En comparación con el líquido intracelular (y también en comparación con las soluciones isotónicas), las soluciones hipotónicas presentan una concentración de solutos (electrólitos), o tonicidad, inferior. La osmolalidad de las soluciones i.v. hipotónicas es menor de 250 mosm/l[6].

La perfusión de una solución hipotónica en el sistema vascular da lugar a un desequilibrio en la concentración de solutos entre los compartimentos líquidos. La perfusión de soluciones cristaloides hipotónicas reduce la osmolalidad sérica en el interior del espacio vascular, con desplazamiento del líquido desde el espacio intravascular hasta los espacios intracelular e intersticial. Estas soluciones dan lugar a la hidratación de las células, aunque su uso puede reducir el líquido existente en el sistema circulatorio[6].

Los diferentes tipos de soluciones hipotónicas son los siguientes: solución de cloruro sódico al 0,45% (NaCl al 0,45%), solución de cloruro sódico al 0,33% y solución de dextrosa en agua al 2,5%. Las soluciones hipotónicas facilitan el mantenimiento de los requerimientos corporales diarios de líquidos, pero no contienen electrólitos (excepto sodio y cloruro) ni calorías (excepto la solución LR, que también es considerada una solución hipotónica tras su metabolismo[3]). La administración de soluciones salinas hipotónicas también es de utilidad para que los riñones eliminen el exceso de líquidos y electrólitos.

Todas estas soluciones aportan agua libre, sodio y cloruro, y permiten la reposición de las pérdidas naturales de líquido. Por otra parte, la solución que contiene dextrosa aporta una cantidad escasa de calorías.

Consideraciones de enfermería respecto a las soluciones hipotónicas

Los líquidos hipotónicos se utilizan en el tratamiento de los pacientes con problemas clínicos que dan lugar a deshidratación intracelular, tal como la cetoacidosis diabética y el estado hiperglucémico hiperosmolar, en los que es necesario el desplazamiento de líquido hacia el interior de la célula. Usted debe tener en cuenta la forma en que el desplazamiento del líquido influye en los diferentes sistemas corporales. Las bajas concentraciones de solutos existentes en el lecho vascular dan lugar al desplazamiento del líquido hacia el interior de las células y hacia los espacios intersticiales.

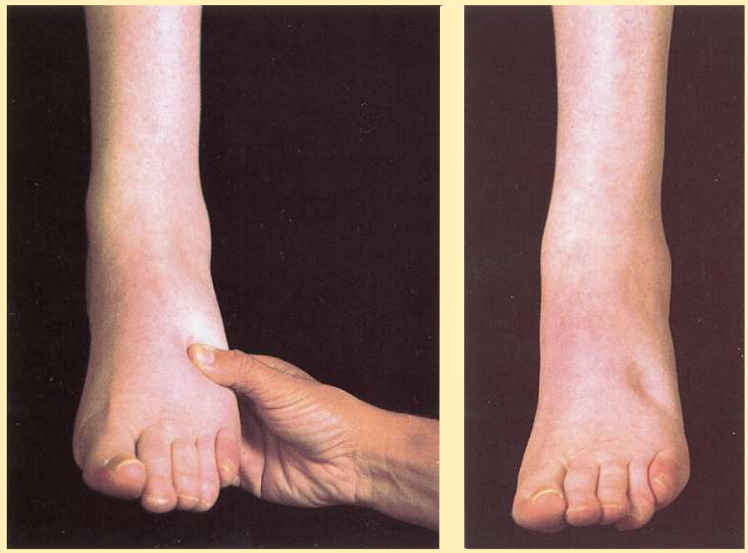
La perfusión de soluciones hipotónicas obliga a la prudencia; la disminución de volumen del lecho vascular puede empeorar una hipovolemia y una hipotensión preexistentes, con colapso cardiovascular[6].

Controle los signos y síntomas del déficit de volumen de líquido debido a que el líquido es "desplazado hacia atrás", hacia el interior de las células y el exterior del lecho vascular. En los ancianos, la confusión mental puede ser también un indicador de déficit de volumen de líquido. Es importante que el paciente sepa que tiene que avisar a un profesional de enfermería de referencia si se siente mareado o si "no se siente bien".

Las soluciones hipotónicas no se deben administrar nunca a pacientes con riesgo de incremento de la PIC debido a un posible desplazamiento del líquido hacia el tejido cerebral, lo que podría causar o exacerbar un edema cerebral. Por otra parte, las soluciones hipotónicas no se deben utilizar en los pacientes con hepatopatía, traumatismo ni quemaduras, debido a la posible reducción del volumen del líquido intravascular[2].

Valoración del edema con huella

Presione firmemente con el dedo pulgar durante al menos 5 segundos sobre el dorso de cada pie, por detrás de cada maléolo medial y sobre las espinillas. Compruebe si queda huella (la depresión causada por la presión ejercida con el dedo). Normalmente no queda ninguna forma de huella. La intensidad del edema se determina en una escala de cuatro puntos. La fotografía de la derecha ilustra un edema con huella 3+.



Fuente: Bates B. Bates' Guide to Physical Examination and History Taking. 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 1995. p 438.

SOLUCIONES HIPERTÓNICAS

En comparación con el líquido intracelular (y también con las soluciones isotónicas), las soluciones hipertónicas muestran una tonicidad (concentración de solutos) mayor, lo que da lugar a un desequilibrio en el gradiente de presión entre el interior y el exterior de las células. Los líquidos hipertónicos presentan una osmolaridad de 375 mosm/l o superior. El gradiente de presión osmótica hace que el agua abandone el espacio intracelular, incrementando así el volumen del líquido extracelular. A consecuencia de esta propiedad, las soluciones hipertónicas se utilizan como expansores volumétricos. Estas soluciones hipertónicas pueden ser prescritas en los pacientes con hiponatremia grave. En los pacientes con edema cerebral también puede estar indicada la perfusión de una solución hipertónica de cloruro sódico[6].

La solución hipertónica de cloruro sódico contiene una concentración mayor de sodio y cloruro que la existente normalmente en el plasma. Son ejemplos de ello la solución de cloruro sódico al 3% (ClNa al 3%) con 513 meq/l de sodio y cloruro, y la solución de cloruro sódico al 5% (ClNa al 5%), con 855 meq/l de sodio y cloruro. Dado que la perfusión de estas soluciones hipertónicas incrementa la concentración de sodio en el torrente sanguíneo, se pone en juego la ósmosis con desplazamiento hacia los espacios intravascular e intersticial del líquido existente en el espacio intracelular. Estas soluciones son fuertemente hipertónicas y solamente se deberían utilizar en situaciones de carácter crítico para el tratamiento de la hiponatremia. Es necesaria su administración lenta y prudente con objeto de evitar una sobrecarga del volumen líquido intravascular, con aparición de edema pulmonar[3].

Cuando se añade dextrosa a las soluciones isotónicas o hipotónicas, el resultado neto puede ser una solución ligeramente hipertónica debido a su concentración elevada de solutos. Así, la adición de solución LR a las soluciones de cloruro sódico (tal como las combinaciones de soluciones de D_5 y de cloruro sódico al 0,45%, y de D_5 y de cloruro sódico al 0,9%) o a las soluciones lactato de Ringer como la solución LR, aporta los mismos electrólitos ya comentados respecto a cada una de estas soluciones, con el añadido de las calorías. Las soluciones simples de glucosa con concentraciones superiores al 5%, tal como la solución de dextrosa al 10% (D_{10}) en agua, también son consideradas hipertónicas. La solución LR proporciona agua libre y calorías (340 por litro), pero no electrólitos.

La solución de dextrosa al 20% (D_{20}) en agua tiene un efecto diurético osmótico, lo que significa que el desplazamiento del líquido a que da lugar entre los diversos compartimentos del organismo incrementa la diuresis.

La solución de dextrosa al 50% (D_{50}) en agua es una solución de azúcar muy concentrada. Se administra con rapidez mediante bolo i.v. en el tratamiento de los pacientes con hipoglucemia grave[3].

Consideraciones de enfermería respecto a las soluciones hipertónicas

Manténgase vigilante cuando administre soluciones salinas hipertónicas, por la posibilidad de que ello dé lugar a una sobrecarga de volumen líquido intravascular con edema pulmonar[3]. Las soluciones de cloruro sódico hipertónicas solamente se deben utilizar en áreas clínicas en las que son atendidos pacientes en situación crítica bajo un control de enfermería constante, debido a sus posibles complicaciones. La solución de cloruro sódico hipertónica no se puede administrar durante un período de tiempo indefinido. En las prescripciones relativas a su uso hay que especificar el líquido hipertónico a utilizar, el volumen total de la perfusión y la velocidad de la perfusión, es decir, la duración de la propia perfusión. Como precaución adicional, en muchos centros se almacenan las soluciones de cloruro sódico hipertónicas aparte de las demás soluciones i.v., de manera que requieren una prescripción distinta por parte de la farmacia hospitalaria.

Usted debe controlar las concentraciones séricas de los electrólitos y descartar la aparición de los signos y síntomas de hipervolemia. Dado que las soluciones hipertónicas pueden causar irritación, alteraciones estructurales y trombosis en los vasos sanguíneos, algunas de ellas no se deben administrar a través de vías periféricas. La Infusion Nurses Society considera que "las soluciones utilizadas para la nutrición parenteral y que contienen concentraciones finales superiores a la correspondiente a la dextrosa al 10% debe ser administradas con un dispositivo de acceso vascular central con la parte superior del mismo localizada en la propia vasculatura central, preferiblemente en la unión vena subclavia-vena cava/aurícula derecha en los adultos"[9].

El paciente debe saber que tiene que avisar al profesional de enfermería de referencia si presenta dificultades respiratorias o si siente que su corazón late con mucha rapidez.

Las soluciones hipertónicas no se deben administrar a los pacientes con enfermedades cardíacas o renales y que están deshidratados. Estas soluciones alteran los mecanismos de filtración renal y pueden causar hipervolemia. Los pacientes con enfermedades que dan lugar a deshidratación celular, tal como la cetoacidosis diabética, no deben recibir soluciones hipertónicas, pues ello puede exacerbar su enfermedad preexistente.

Las moléculas no fijadas existentes en el agua libre tienen un tamaño suficientemente pequeño como para atravesar los poros de las membranas y alcanzar así los espacios intracelular y extracelular.

Por qué las soluciones coloides no se desplazan

A diferencia de las soluciones cristaloides, las coloides contienen moléculas de tamaño demasiado grande para que puedan atravesar las membranas semipermeables, como las paredes capilares. Dado que permanecen en el compartimento intravascular, estas soluciones también se denominan expansores de volumen o expansores de plasma. Son ejemplos las soluciones con albúmina, dextranos e hidroxietilalmidones.

Las soluciones coloides dan lugar a una expansión del volumen intravascular debido a que extraen el líquido de los espacios intersticiales y lo introducen en el compartimento intravascular a consecuencia de su mayor presión oncótica. Dan lugar al mismo efecto de incremento del volumen intravascular que las soluciones hipertónicas pero, en comparación con las soluciones cristaloides, el volumen que es necesario administrar es inferior. Por otra parte, las soluciones coloides dan lugar a un efecto de mayor duración que las soluciones cristaloides debido a que las moléculas permanecen durante más tiempo en el espacio intravascular. Los efectos de las soluciones coloides pueden durar varios días si los revestimientos de las paredes capilares están intactos y su función es adecuada. Las soluciones coloides están indicadas en los pacientes con hipoproteinemia y malnutrición, así como en los que requieren una expansión del volumen plasmático pero no toleran las perfusiones de líquido de gran volumen. Las soluciones coloides también pueden estar indicadas en los pacientes intervenidos quirúrgicamente debido a problemas traumatológicos o a procedimientos de reconstrucción, en los que el potencial de formación de trombos es elevado[6].

La ***solución de albúmina al 5%*** (solución de albúmina humana) es una de las soluciones coloides más utilizadas. Contiene fracciones de proteínas plasmáticas obtenidas a partir del plasma humano y actúa mediante una expansión rápida del volumen plasmático. Se utiliza para la expansión volumétrica, la sustitución moderada de proteínas y la estabilidad hemodinámica en los estados de shock. También se puede administrar albúmina mediante la ***solución de albúmina al 25%,*** que es mucho más hipertónica y da lugar a un desplazamiento del líquido desde el espacio intersticial hacia el componente vascular, con un volumen cuatro veces superior y en el transcurso de los 15 primeros minutos tras el inicio de su administración.

La albúmina es considerada un producto de transfusión sanguínea y, por ello, requiere las mismas precauciones de enfermería que se aplican cuando se utilizan otros hemoderivados. Puede ser cara, y su disponibilidad está limitada por el reducido número de donantes humanos[9].

No obstante, la albúmina está contraindicada en los pacientes con anemia grave, insuficiencia cardíaca o alergia conocida a la albúmina. Por otra parte, es necesario interrumpir los inhibidores de la enzima de conversión de la angiotensina al menos durante 24 h antes de la administración de la albúmina, dado el riesgo de reacciones atípicas como el enrojecimiento cutáneo o vasodilatación y la hipotensión[7].

En el período 2001-2003 se llevó a cabo un estudio denominado Saline versus Albumin Fluid Evaluation, en el que se comparó el uso de albúmina y de suero salino en pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos (UCI) con necesidad de reanimación mediante sueroterapia. En el conjunto de los 6.997 pacientes evaluados, 3.497 recibieron una solución de albúmina al 4% y 3.500 una solución de cloruro sódico al 0,9%. El

objetivo del estudio fue la determinación de cuál de estas dos formas de sueroterapia era mejor para prevenir el fallecimiento. Al cabo de 28 días, los investigadores observaron resultados similares en ambos grupos[10]. Dado que ninguna de las soluciones fue claramente superior a la otra, los médicos utilizan su razonamiento clínico para decidir qué tipo de sueroterapia administrar a los pacientes en situación clínica crítica atendidos en la UCI.

Aparte de la albúmina, hay otros preparados coloides sintéticos que se pueden utilizar en los pacientes. El ***dextrano de peso molecular bajo*** (DPMB) y el ***dextrano de peso molecular alto*** (DPMA) son expansores de plasma sintéticos que se utilizan en perfusiones para incrementar el volumen de agua en el espacio intravascular.

- El DPMB contiene moléculas de polisacáridos que se comportan como coloides, con un peso molecular promedio de 40.000 (dextrano 40). No contiene electrólitos y se utiliza para la expansión volumétrica y como soporte hemodinámico. El DPMB se usa en las fases iniciales de la reposición de líquidos y en el tratamiento del shock secundario a disminución del volumen vascular, tal como el asociado a quemaduras, hemorragia, cirugía o traumatismo. También es útil para la prevención de la tromboembolia venosa durante los procedimientos quirúrgicos, ya que su mecanismo de acción es la prevención del estancamiento de la sangre. El DPMB está contraindicado en los pacientes con trombocitopenia, hipofibrinogenemia y alergia al dextrano[7].
- El DPMA contiene moléculas de polisacáridos con un peso molecular promedio de 70.000 (dextrano 70) o de 75.000 (dextrano 75). Esta forma tampoco contiene electrólitos. El DPMA se administra a pacientes con shock hemorrágico.

Las soluciones de dextrano se comercializan en forma de soluciones de suero salino o de glucosa. El dextrano interfiere con la determinación del grupo sanguíneo en el laboratorio, de manera que si se prevé la necesidad de la determinación del grupo sanguíneo y la compatibilidad, hay que extraer la muestra de sangre al paciente antes de administrarle dextrano. El dextrano también puede interferir con otras pruebas analíticas sanguíneas y puede causar reacciones anafilácticas[7].

Los ***hidroxietilalmidones***, tal como el hetastarch (6%) y el hespan, son otras formas de soluciones coloides sintéticas hipertónicas que se utilizan para la expansión volumétrica. Contienen 154 meq/l de sodio y cloruro, y se utilizan para la reposición volumétrica hemodinámica tras cirugía mayor y en el tratamiento de las quemaduras graves. Los preparados coloides sintéticos son más baratos que la albúmina y sus efectos se mantienen durante 24-36 h[9].

A diferencia de lo que ocurre con otros coloides, el hetastarch no interfiere con la determinación del grupo sanguíneo y la compatibilidad. Está contraindicado en los pacientes con hepatopatía y con enfermedades cardíacas y renales importantes. También puede dar lugar a una reacción anafiláctica grave[6].

Consideraciones de enfermería relativas a los coloides

Dado que los coloides desplazan los líquidos desde el espacio intersticial hacia el espacio vascular, los pacientes tratados con soluciones de este tipo muestran riesgo de sobrecarga de volumen líquido. Si el desequilibrio en los líquidos del paciente no responde a las soluciones cristaloides ni coloides, pueden ser necesarias las transfusiones de sangre u otros tratamientos[2].

Tal como en el caso de los hemoderivados, para la perfusión de los coloides es necesario utilizar una aguja de 18 gauges o de un calibre mayor. Usted debe controlar en el paciente la aparición de signos y síntomas de hipervolemia, incluyendo el aumento de la presión arterial (PA), la disnea, los estertores pulmonares, la distensión venosa yugular, el edema y el pulso saltón. También es importante controlar estrechamente la ingesta y la eliminación. Las soluciones coloides pueden interferir con la función plaquetaria e incrementar los tiempos de hemorragia, de manera que es importante vigilar los índices de coagulación del paciente[9]. También tiene importancia elevar la cabecera de la cama del paciente, a menos que ello esté contraindicado.

Las reacciones anafilácticas representan una reacción adversa infrecuente pero potencialmente mortal de los coloides. Obtenga los antecedentes clínicos relativos a la alergia en los pacientes que reciben coloides (o cualquier otro medicamento o tipo de sueroterapia) con preguntas específicas respecto a si hay antecedentes de reacción frente a una perfusión i.v.

Prácticas asistenciales óptimas para conseguir resultados óptimos

Con independencia del tipo de sueroterapia i.v. administrada, usted debe seguir un protocolo de prácticas asistenciales idóneas para conseguir una respuesta óptima frente al tratamiento y para prevenir las complicaciones. Por ejemplo, debe valorar y documentar los signos vitales basales, los ruidos cardíacos y pulmonares, y las características de los volúmenes líquidos.

Tal como es necesario cuando se utiliza cualquier otro medicamento, usted debe estar seguro de que conoce bien el tipo de sueroterapia que está administrando, la velocidad y la duración de la perfusión, los efectos de los líquidos sobre el cuerpo y las posibles reacciones adversas. A lo largo de todo el tratamiento tiene que vigilar la respuesta del paciente frente al mismo, manteniendo una observación detallada para descartar la aparición de cualquier signo o síntoma de hipervolemia o de hipovolemia. También es importante el seguimiento de los valores analíticos para comprobar la función renal y el estado de los líquidos. Es necesario valorar regularmente la zona de acceso venoso para descartar signos de infiltración, inflamación, infección o trombosis.

Finalmente, es importante que usted proporcione educación sanitaria al paciente y a su familia respecto al tratamiento prescrito, incluyendo las posibles complicaciones y síntomas que obligan a una asistencia inmediata.

Un equilibrio crucial

El mantenimiento del equilibrio de los líquidos y los electrólitos es esencial para la vida. En los próximos artículos de esta serie veremos la forma de valorar los desequilibrios específicos e intervenir adecuadamente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Porth CM. Essentials of Pathophysiology. 3rd ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2011.
2. Ignatavicius D, Workman MI, eds. Medical-Surgical Nursing: Patient-centered Collaborative Care. 6th ed. St. Louis, MO: Saunders Elsevier; 2010.
3. Urden LD, Stacy KM, Lough ME. Thelan's Critical Care Nursing. Diagnosis and Management. 5th ed. St. Louis, MO: Mosby Elsevier; 2006.
4. Copstead LC, Banasik JL, eds. Pathophysiology. 4th ed. St. Louis, MO: Saunders Elsevier; 2010.
5. LeMone P, Burke K. Medical-surgical Nursing: Critical Thinking in Client Care. 4th ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education; 2008.
6. Phillips L. Parenteral fluids. In: Alexander M, Corrigan A, Gorski L, Hankins J, Perucca R, eds. Infusion Nurses Society: Infusion Nursing, An Evidence-based Approach. 3rd ed. St. Louis, MO: Saunders Elsevier; 2010.
7. Hankins J. Fluids & electrolytes. In: Alexander M, Corrigan A, Gorski L, Hankins J, Perucca R, eds. Infusion Nurses Society: Infusion Nursing, An Evidence-based Approach. 3rd ed. St. Louis, MO: Saunders Elsevier; 2010.
8. Holcomb SS. Third-spacing: When body fluid shifts. Nursing. 2008;38(7):50-53.
9. Infusion Nursing Standards of Practice. J Infus Nurs. 2011;34(1S).
10. Finfer S, Bellomo R, Boyce N, et al. A comparison of albumin and saline for fluid resuscitation in the intensive care unit. N Engl J Med. 2004;350(22): 2247-2256.

Ann Crawford es profesora en la Facultad de enfermería de la University of Mary Hardin-Baylor, en Belton (Texas). Helene Harris es educadora clínica en el Central Texas Veterans Healthcare System, en Temple (Texas).

Las autoras declaran que no existen conflictos de interés económicos relacionados con este artículo.