

# MANEJO DE LÍQUIDOS Y ELECTRÓLITOS EN EL PACIENTE QUIRÚRGICO

## LÍQUIDOS CORPORALES

### Agua corporal total

El agua constituye alrededor de 50 a 60% del peso total del cuerpo. La relación entre el peso corporal y el agua corporal total (TBW) es relativamente constante para una persona y es sobre todo una indicación de la cantidad de grasa corporal.

### Compartimientos de líquidos

El agua corporal total se divide en tres compartimientos de líquidos funcionales: el plasma, el líquido extracelular y el intracelular. Los líquidos extracelulares (ECF, extracellular fluids), el plasma y el líquido intersticial componen cerca de un tercio del agua corporal total, y el líquido intracelular constituye los dos tercios restantes. El agua extracelular constituye 20% del peso total del cuerpo y está dividida entre el plasma (5% del peso corporal) y el líquido intersticial.

### Composición de los compartimientos de líquidos

El compartimiento del líquido extracelular está equilibrado entre el catión principal, sodio, y los principales aniones, cloruro y bicarbonato. Los cationes potasio y magnesio y los aniones fosfato y sulfato y las proteínas constituyen casi todo el compartimiento de líquido intracelular.

### Presión osmótica

La actividad fisiológica de los electrólitos en solución depende del número de partículas por unidad de volumen (milimoles por litro o mmol/L), del número de cargas eléctricas por unidad de volumen (miliequivalentes por litro, o meq/L) y del número de iones con actividad osmótica por unidad de volumen (miliosmoles por litro, o mosm/L).

## CAMBIOS EN LOS LÍQUIDOS CORPORALES

### Intercambio normal de líquidos y electrólitos

Una persona normal consume diario un promedio de 2 000 ml de agua, alrededor de 75% por ingestión y el resto se extrae de alimentos sólidos. Las pérdidas diarias de agua incluyen 800 a 1 200 ml por la orina, 250 ml por las heces y 600 ml como pérdidas insensibles. Estas últimas ocurren a través de la piel (75%) y los pulmones (25%) y pueden aumentar por ciertos factores, como fiebre, hiper metabolismo e hiperventilación. Las pérdidas sensibles de agua, como la sudación o las pérdidas patológicas por el tubo digestivo varían mucho pero incluyen la pérdida de electrólitos y de agua.

## Clasificación de los cambios de los líquidos corporales

Los trastornos en el equilibrio de líquidos pueden clasificarse en tres categorías generales:

- a) volumen;
- b) concentración,
- c) composición.

Aunque los tres tipos pueden ocurrir al mismo tiempo, cada uno es una entidad separada con mecanismos únicos que demandan corrección individual.

## Alteraciones en el equilibrio de los líquidos

La alteración más común de los líquidos en pacientes quirúrgicos es el déficit de volumen extracelular, y puede ser agudo o crónico. El déficit agudo del volumen se acompaña de signos cardiovasculares y del SNC, en tanto que los déficit crónicos muestran signos hísticos, como disminución de la turgencia de la piel y hundimiento de los ojos, además de signos cardiovasculares y del sistema nervioso central.

## Control del volumen

Los cambios del volumen son advertidos tanto por los osmorreceptores como por los barorreceptores. Los osmorreceptores son sensores especializados que detectan incluso variaciones pequeñas en la osmolalidad de los líquidos y causan cambios en la sed y en la diuresis a través de los riñones.

## Cambios de la concentración

Los cambios del sodio sérico son inversamente proporcionales al agua corporal total. Por lo tanto, las anomalías en ésta se reflejan como anomalías en la concentración de sodio sérico:

**Hiponatremia.** La concentración sérica de sodio disminuye cuando hay exceso de agua extracelular en relación con este ion. El volumen extracelular puede ser alto, normal o bajo. En casi todos los enfermos con hiponatremia, la concentración de sodio disminuye como consecuencia del agotamiento o la dilución del mismo. La hiponatremia dilucional suele resultar de un exceso de agua extracelular y, por lo tanto, se acompaña de un estado del volumen extracelular alto. El consumo excesivo de agua o el exceso yatrógeno por administración intravenosa de agua libre pueden causar hiponatremia.

**Hipernatremia.** Esta alteración resulta de una pérdida de agua libre o por un aumento del sodio en casos en los que hay exceso de agua. Igual que en la hiponatremia, puede acompañarse de un volumen extracelular alto, normal o bajo. La hipernatremia hipervolémica suele deberse a la administración yatrógena de líquidos que contienen sodio (incluso bicarbonato de sodio) o un exceso de

mineralocorticoides, como se observa en el hiperaldosteronismo, el síndrome de Cushing y la hiperplasia suprarrenal congénita. Las características son sodio en orina  $> 20$  meq/L y osmolaridad urinaria  $> 300$  mosm/L.

### Cambios en la composición: causas y diagnóstico

**Anomalías del potasio.** El consumo alimentario promedio de potasio es casi 50 a 100 meq/día, el cual, en ausencia de hipopotasemia se excreta sobre todo por la orina. Los límites del potasio extracelular son estrechos, principalmente por excreción renal del mismo, la cual puede variar de 10 a 700 meq/día. Aunque sólo 2% del potasio total del cuerpo ( $4.5$  meq/L  $\times$   $14$  L =  $63$  meq) se encuentra en el espacio extracelular, esta cantidad pequeña es decisiva para las funciones cardíaca y neuromuscular; por consiguiente, incluso los cambios mínimos pueden tener efectos importantes en la actividad cardíaca.

**Hiperpotasemia.** Se define como una concentración sérica de potasio mayor de los límites normales de  $3.5$  a  $5.0$  meq/L. Se debe a un consumo excesivo de potasio, aumento de la liberación del potasio de las células o deterioro de la excreción renal. El incremento del consumo se puede deber a complementos orales o intravenosos, así como a transfusiones sanguíneas.

**Hipopotasemia.** Esta alteración es mucho más común que la hiperpotasemia en el paciente quirúrgico. Las causas pueden ser consumo inadecuado; excreción renal excesiva; pérdida de potasio en secreciones patológicas del tubo digestivo, como en el caso de la diarrea, fístulas, vómito, o gasto nasogástrico alto; o desplazamiento intracelular.

### Anomalías del calcio.

La mayor parte del calcio en el cuerpo se encuentra en la matriz ósea y sólo menos de 1% está contenido en el líquido extracelular. El calcio sérico se distribuye en tres formas: unido a proteínas (40%), unido con fosfato y otros aniones (10%) y ionizado (50%).

**Hipercalcemia.** Se define como un valor sérico de calcio mayor de los límites normales de  $8.5$  a  $10.5$  meq/L, o un incremento de la concentración del calcio ionizado por arriba de  $4.2$  a  $4.8$  mg/100 ml. El hiperparatiroidismo primario en pacientes ambulatorios y las afecciones malignas (metástasis óseas o secreción de proteína relacionada con la hormona paratiroidea).

**Hipocalcemia.** Esta alteración se define como una concentración sérica de calcio  $< 8.5$  meq/L, o una disminución del valor del calcio ionizado  $< 4.2$  mg/100 ml. Las causas de hipocalcemia pueden ser pancreatitis, infecciones masivas de tejido blando como fascitis necrosante, insuficiencia renal, fístulas pancreáticas y de

intestino delgado, hipoparatiroidismo, síndrome de choque tóxico, anomalías en las concentraciones de magnesio, y síndrome de lisis tumoral.

### Anomalías del fósforo.

El fósforo es el principal anión divalente intracelular y abunda en células metabólicamente activas. Este ion mantiene la generación de energía en forma de glucólisis o productos de fosfato con alto contenido de energía, como el trifosfato de adenosina, y su concentración se controla rigurosamente por medio de la excreción renal.

**Hiperfosfatemia.** Las causas de esta alteración pueden ser disminución de la excreción urinaria, incremento del consumo o la movilización endógena de fósforo. Casi todos los casos de hiperfosfatemia se observan en pacientes con deterioro de la función renal. El hipoparatiroidismo o el hipertiroidismo también disminuyen la excreción urinaria de fósforo y, por consiguiente, causan hiperfosfatemia.

**Hipofosfatemia.** Entre las causas de ésta se encuentran disminución del consumo de fósforo, desplazamiento intracelular de este elemento o un incremento de la excreción del mismo. La captación gastrointestinal reducida por absorción deficiente o administración de fijadores de fosfato y la disminución del consumo alimentario por desnutrición son causas de hipofosfatemia crónica.

## TRATAMIENTO CON LÍQUIDOS Y ELECTRÓLITOS

### Soluciones parenterales

En el comercio se encuentran varias soluciones electrolíticas para administración parenteral. El tipo de líquido que se administra depende del estado de volumen del paciente y del tipo de anomalía de la concentración o composición existente. Tanto la solución de Ringer con lactato como la solución salina normal se consideran isotónicas y son útiles para restituir pérdidas gastrointestinales y los déficit del volumen extracelular. La de Ringer con lactato es ligeramente hipotónica porque contiene 130 meq de lactato. Se utiliza lactato en lugar de bicarbonato porque es más estable en líquidos intravenosos durante el almacenamiento. Se convierte en bicarbonato en el hígado, después de la administración, incluso cuando existe choque hemorrágico.

### Soluciones electrolíticas para administración parenteral

SOLUCIÓN	COMPOSICIÓN ELECTROLÍTICA (meq/L)						
	Na	Cl	K	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca	Mg	mosm
Líquido extracelular	142	103	4	27	5	3	280-310
Ringer con lactato	130	109	4	28	3		273
Cloruro de sodio al 0.9%	154	154					308
Glucosada al 5% en cloruro de sodio al 0.45%	77	77					407
Glucosada al 5% en agua							253
Cloruro de sodio al 3%	513	513					1 026

### Líquidos opcionales para reanimación

Las soluciones salinas hipertónicas (3.5 y 5%) se utilizan para corregir los déficit graves de sodio.

Líquidos opcionales para reanimación			
SOLUCIÓN	PESO MOLECULAR	OSMOLALIDAD (mosm/L)	SODIO (meq/L)
Salina hipertónica (7.5%)	—	2 565	1 283
Albúmina al 5%	70 000	300	130-160
Albúmina al 25%	70 000	1 500	130-160
Dextrán 40	40 000	308	154
Dextrán 70	70 000	308	154
Hetalmidón	450 000	310	154
Hextend	670 000	307	143
Gelofusine	30 000	NA	154

NA = no disponible.

### Tratamiento preoperatorio con líquidos

Es posible que en una persona sana sólo se requiera administrar líquidos para sostén antes de la intervención quirúrgica, si es que está indicado el ayuno.

Por ejemplo, una mujer de 60 kg recibiría un total de 2 300 ml de líquidos todos los días: 1 000 ml para los primeros 10 kg de peso corporal (10 kg × 100 ml/kg/día), 500 ml para los 20 kg de peso corporal siguientes (10 kg × 50 ml/kg/día) y 800 ml para los últimos 40 kg de peso corporal (40 kg × 20 ml/kg/día).

### Tratamiento transoperatorio con líquidos

Con la inducción de la anestesia se pierden los mecanismos compensadores y se presenta hipotensión si no se atienden de modo apropiado los déficit de volumen

antes de la intervención quirúrgica. Es posible evitar la inestabilidad hemodinámica si se corrigen las pérdidas de líquidos conocidas, se restituyen las pérdidas en curso y se proporciona el tratamiento adecuado con líquidos de sostén en el periodo preoperatorio. Las operaciones abdominales abiertas, además de la pérdida de sangre medida durante el procedimiento, se acompañan de pérdidas extracelulares constantes en forma de edema de la pared intestinal, líquido peritoneal, y edema de la herida durante el procedimiento

## **ANOMALÍAS DE LOS ELECTRÓLITOS EN PACIENTES QUIRÚRGICOS ESPECÍFICOS**

### **Pacientes con trastornos neurológicos**

**Síndrome de secreción inapropiada de hormona antidiurética (SIADH).** Este síndrome puede surgir a causa de una lesión en la cabeza o intervención quirúrgica del SNC, pero también se relaciona con fármacos como morfina, sustancias no esteroideas y oxitocina, y varios padecimientos pulmonares y endocrinos, incluido el hipotiroidismo y la deficiencia de glucocorticoides.

**Diabetes insípida.** La diabetes insípida (DI) es un trastorno de la estimulación que ejerce la hormona antidiurética (ADH), y se manifiesta por orina diluida en la hipernatremia. La DI central es el resultado de un defecto en la secreción de ADH, y la DI nefrótica se debe a una alteración de la respuesta de órgano final a la ADH.

### **Pacientes con insuficiencia renal aguda**

En enfermos con insuficiencia renal aguda existen varias anomalías de líquidos y electrolitos específicas. Cuando se inicia la insuficiencia renal es necesario llevar a cabo una valoración precisa del estado del volumen. Si existe hiperazoemia prerrenal, es imprescindible corregir el déficit de volumen subyacente. Por otra parte, una vez que se establece la necrosis tubular aguda, deben tomarse medidas para restringir el consumo diario de líquidos a fin de igualar la diuresis y las pérdidas insensibles y gastrointestinales. Es necesario vigilar de cerca el potasio sérico en la insuficiencia renal oligúrica.

### **Pacientes desnutridos: síndrome de realimentación**

El síndrome de realimentación es un estado potencialmente letal que puede presentarse con la alimentación rápida y excesiva de pacientes con desnutrición subyacente grave causada por inanición, alcoholismo, apoyo entérico o parenteral tardío, anorexia nerviosa o pérdida masiva de peso en pacientes obesos. Con la realimentación, el cambio en el metabolismo de grasas a carbohidratos estimula la liberación de insulina que da por resultado la captación celular de electrolitos, en particular fosfato, magnesio, potasio y calcio. Debido a que está mitigada la

secreción basal de insulina, también puede presentarse hiperglucemia grave. El síndrome de realimentación se relaciona con la realimentación intestinal o parenteral y entre los síntomas se pueden mencionar arritmias cardíacas, confusión, insuficiencia respiratoria e incluso la muerte. A fin de evitar que se presente el síndrome de realimentación, se tienen que corregir los déficit subyacentes de electrolitos y del volumen.

### Pacientes con cáncer

Las anomalías de líquidos y electrolitos son frecuentes en enfermos con cáncer. Es posible que la causa sea común en todas las poblaciones de enfermos o específica de pacientes con cáncer. Con frecuencia, la hiponatremia es hipovolémica a causa de la pérdida renal de sodio por diuréticos o por nefropatía con pérdida de sal, como se observa con ciertos fármacos quimioterapéuticos, por ejemplo, el cisplatino. En pacientes con lesiones intracerebrales podría manifestarse pérdida cerebral de sal. Puede haber hiponatremia normovolémica asociada con SIADH en el cáncer cervical, linfoma y leucemia o a causa de ciertos fármacos quimioterapéuticos. Las causas más frecuentes de hipernatremia en enfermos de cáncer son consumo deficiente o pérdida gastrointestinal de volumen, los cuales son efectos secundarios frecuentes de la quimioterapia.