



HOSPITAL INFANTIL UNIVERSITARIO "RAFAEL HENAO TORO"
DEPARTAMENTO DE CIRUGIA PEDIATRICA
SERVICIO DE CIRUGIA PEDIATRICA
UNIVERSIDAD DE CALDAS
FACULTAD DE CIENCIAS PARA LA SALUD
PROGRAMA DE MEDICINA



PAUTAS DE MANEJO EN CIRUGIA PEDIATRICA

LIQUIDOS Y ELECTROLITOS EN CIRUGÍA PEDIATRICA

Dra. Consuelo Cárdenas Z, MD

Cirujano Peditra

INTRODUCCION

La elección de un método racional para el manejo del desequilibrio hidroelectrolítico de los pacientes pediátricos con patología quirúrgica , implica la comprensión de los cambios fisiológicos que se presentan durante la infancia.

El manejo dinámico de líquidos puede ser comparado con el juego de ajedrez, donde el cirujano es el jugador que hace el movimiento de partida y el niño responde a la jugada del cirujano. En este juego son necesarios cuatro componentes:

1. Conocimiento fisiológico básico.
2. Movimientos de apertura.
3. Sistema de monitorización.
4. Feedback y ajustes.

FISIOLOGIA FETAL Y NEONATAL

- ESPACIOS DE LOS LÍQUIDOS CORPORALES.

A la semana 12 de gestación el contenido del Agua Corporal Total (ACT) es el 94% del peso corporal, alcanzando el 80% a la semana 32 y el 78% en el niño a término. En los primeros 3 a 5 días de vida postnatal el ACT disminuye en un 3 a 5 %. El ACT va disminuyendo progresivamente hasta que alcanza el 60% del adulto alrededor del primer año.

El agua extracelular también disminuye a la par con el ACT: 60% a las 20 semanas de gestación, 45 % en el niño de término, y un 40 % al quinto día de nacido. Es el 33% a los tres meses postnatales y alcanza los niveles del adulto de un 20 a un 25% entre el primer año y los tres; en contraste, el agua intracelular aumenta con la maduración fetal, desde un 25% a las 20 semanas de gestación hasta un 33% en el recién nacido de término, para alcanzar los niveles del adulto a los tres meses de un 44%.

Los cambios en los compartimentos se dan en forma ordenada, pero son interrumpidos cuando el nacimiento se da antes de tiempo. En el niño pretérmino de 28 a 32 semanas el agua extracelular es el 52% del peso corporal, y a los 6 ó 7 días postnatales, como resultado de una marcada natriuresis y diuresis el agua extracelular disminuye en un 12%.

La grasa corporal afecta también el equilibrio hídrico; con la maduración, aumenta el porcentaje de grasa corporal. La grasa representa cerca del 16% del peso corporal del recién nacido de término y casi el 23% del lactante de 12 meses. Por tanto, la cantidad de aislamiento térmico en el niño varía según la edad. La cantidad limitada de grasa y la gran área de superficie corporal en relación al peso, hace al recién nacido particularmente susceptible a la pérdida de calor en un ambiente frío. El estrés por frío normalmente produce un incremento en la tasa metabólica, tendiente a elevar la

temperatura corporal. Esta respuesta metabólica intensificada da lugar a un aumento en las necesidades de líquido.

- **FUNCIÓN RENAL.**

En el recién nacido de término, la función renal aún es inmadura , con una rata de filtración glomerular de 21 ml/min/ 1.73 m², lo que representa un 25% de la del adulto. Ocorre una maduración rápida durante el período neonatal elevándose a 60 ml/min/ 1.73 m² y va aumentando lentamente hasta alcanzar las cifras normales del adulto hacia los dos años. La discrepancia de la filtración glomerular entre niños pretérmino y de término persiste por un mes. A pesar de la baja rata de filtración glomerular, los niños pueden tolerar grandes cargas de volumen porque el efecto negativo ejercido por la baja filtración glomerular es contrarrestado por el efecto positivo de la baja concentración y alta capacidad de dilución del riñón ,haciendo que la depleción de volumen traiga problemas más graves que la sobrecarga.

- **Capacidad de concentración y dilución.**

La concentración y dilución de la orina son funciones renales tubulares.

La capacidad de concentración está bien disminuida en el recién nacido , más si es pretérmino; cuando hay déficit de agua, el aumento de la osmolaridad urinaria en el recién nacido es máximo de 500 a 600 mOsm/kg, mientras que en el adulto es de 1200 mOsm/kg. La regulación de la osmolaridad de los líquidos del espacio extracelular es principalmente alcanzado por variaciones en la liberación de hormona antidiurética y vasopresina, lo cual estimula los mediadores del AMP cíclico, aumentando la permeabilidad de las células de los túbulos colectores. El agua, pero no los electrolitos, son reabsorbidos, resultando la orina en el lumen del túbulo colector concentrado. El estímulo para liberar la hormona antidiurética es un incremento en la osmolaridad de los líquidos del espacio extracelular o expansión del volumen

intravascular. La capacidad de producir H.A.D es completa tanto en el recién nacido de término como en el pretérmino , pero parece que las células de los túbulos de los recién nacidos son menos sensibles a los efectos de la H.A.D.

La respuesta renal es apropiada cuando la orina excretada por un paciente hipovolémico es de escasa cantidad y concentrada una inapropiada respuesta está caracterizada por una excreción de orina en pequeña cantidad y concentrada a pesar de la normovolemia o hipervolemia. Es esencial determinar si el niño responde apropiadamente en el período postoperatorio, la mayoría de los recién nacidos que no responden en forma apropiada, son aquellos con hernia diafragmática congénita, donde el 64 % retienen agua en las primeras 16 horas postoperatorias.

- *Agua renal y excreción osmolar*

El gasto urinario y la concentración son determinados por el estado de hidratación, la función renal y la carga osmolar, esta última consiste en los solutos endógenos y exógenos, que el riñón debe aclarar para mantener la hemostasis.

El agua renal, es la disponible para que el riñón pueda excretar la carga osmolar. Si el agua es escasa, las sustancias osmolares se acumulan (BUN) y se excreta un bajo volumen de orina concentrada. El gasto urinario ideal, es la cantidad de agua necesaria para que la carga osmolar sea aclarada sin que el riñón tenga que concentrar o diluir. La orina que puede ser excretada sin que haya trabajo tubular debe tener la misma osmolaridad del plasma : 280 mOsm/L.

En las primeras 24 horas la carga osmolar varía entre 11.6 mOsm/kg/24 horas en niños con atresia esofágica y 18 mOsm/kg/24 horas para recién nacidos pretérmino con enterocolitis necrotizante.

$$\text{Gasto urinario ideal (ml/kg) = Carga osmolar X 1000}$$

Desafortunadamente estos cálculos pueden ser hechos retrospectivamente porque se requiere la colección de orina en 24 horas.

- **EXCRECION DE SODIO.**

Un recién nacido de término, al igual que el adulto, puede retener sodio en la etapa de balance negativo de sales, pero tienen una capacidad disminuida para excretarlo cuando hay un balance positivo. Si se administra sodio en mayor cantidad que la requerida, los líquidos con el exceso de sodio son filtrados a través del glomérulo dentro de los túbulos renales distales y proximales, ocurriendo reabsorción a pesar del alto sodio intraluminal para producir finalmente una orina con bajo sodio y desarrollan rápidamente hipernatremia.

Los recién nacidos pretérmino tienen dificultades similares en el manejo del exceso de sodio, a pesar de que paradójicamente tienen una relativa mayor excreción de sodio si se compara con los recién nacidos de término. Este grupo de pacientes tienen una excreción de sodio alta programada, cuando se sobrecargan, no pueden elevar la excreción por encima de este nivel ya fijado, haciendo que se produzca hipernatremia. Entre las semanas 12 y 40 de gestación, el contenido corporal total de sodio baja de 120 a 80 mEq/ kg. El feto in útero tiene una excreción de sodio del 8 al 15% del sodio filtrado por el glomérulo; los niños de término en los primeros tres días tienen una fracción de excreción de sodio del 1%, mientras que los pretérmino para la misma época el nivel está entre el 3 y 9 %. La reabsorción de sodio comienza a ser más eficiente y ha disminuir la pérdida de sal entre los 4 y 15 días postnatales.

El sodio de mantenimiento recomendado para recién nacidos es de 2 mEq/ kg/24 horas, pero esta cifra varía en recién nacidos pretérmino o críticamente enfermos y la dosis se debe ajustar de acuerdo a las concentraciones del sodio plasmático y urinario.

Requerimientos de Potasio

El comportamiento del sodio ha sido extensamente estudiado en el neonato, pero aparecen pocos reportes del balance del potasio. Usualmente la dosis recomendada es de 2 mEq/kg/día administrado después del segundo día de nacido. Muchos factores pueden llevar a un balance negativo del potasio, tales como un incremento en la excreción de esteroides y prostaglandinas, alta rata de flujo urinario y el uso de diuréticos. Para prevenir la hipocalemia se debe administrar entre 1 a 2 mEq /kg/día por vía parenteral una vez se ha estabilizado el gasto urinario, y se debe ajustar la dosis de acuerdo a los niveles séricos y urinarios.

- ***FUNCION CARDIOVASCULAR***

Los niños con una función cardiovascular normal por lo general tienen la capacidad de tolerar cargas de líquido moderadas por períodos breves. La sobrecarga hídrica en un neonato da lugar a insuficiencia cardíaca congestiva, ductus arterioso permeable.

Por lo general, la restricción de líquidos por períodos breves también son bien tolerados, pero si es prolongada provoca depleción del volumen intravascular. La mayor tasa metabólica de los niños más pequeños, conlleva a un mayor recambio de líquidos, por lo tanto son más susceptibles a la deshidratación. La deshidratación aumenta la posibilidad de hipotensión y colapso vascular durante la inducción anestésica, por lo tanto se debe reducir al mínimo el período de ayuno en lactantes y neonatos, restringiéndolos solo en el momento apropiado.

El mantenimiento del equilibrio hídrico en pacientes con función cardiovascular anormal es muy complejo. Si se encuentran anomalías cardíacas congénitas, o si no ocurre transición de la circulación intrauterina a la extrauterina, es necesario un ajuste preciso en el volumen y en la composición del líquido que se administra, para evitar la insuficiencia cardíaca.

NECESIDADES DE LIQUIDOS

Muchos sistemas han sido desarrollados para la administración de líquidos, cada uno basado en ciertas presunciones. Independiente del sistema lo fundamental de cualquiera de ellos es que debe tener tres fases:

- a. Cálculo de los líquidos de mantenimiento.
- b. Cálculo del déficit
- c. Cálculo de los líquidos de reemplazo.

a. LIQUIDOS DE MANTENIMIENTO

El objetivo de los líquidos de mantenimiento es reemplazar el agua y los electrolitos que se pierden bajo condiciones normales, son los necesarios para mantener la homeostasis de líquidos y electrolitos con mínima compensación renal.

Se han utilizado muchas fórmulas para calcular la cantidad necesaria de líquidos de mantenimiento en los niños. Algunas se basan en el peso corporal, otras en el área o en la tasa metabólica. Puesto que la cantidad de agua requerida varía con la actividad del niño (demanda metabólica), los cálculos que se basan en la tasa metabólica deben ser más exactos que los que se basan en el peso o la superficie.

Un neonato de término en un ambiente térmico neutral tiene un gasto calórico basal de unas 32 Kcal/kg/día durante el primer día. A medida que aumenta la actividad del lactante, se incrementan los gastos calóricos. En los primeros tres a cinco días, hay una disminución del peso, debido que la ingestión calórica del recién nacido suele ser baja en comparación con el gasto calórico, y se excreta un exceso de agua libre. A medida que aumenta la ingestión, los balances de calorías, líquidos y electrolitos se vuelven positivos y aumenta el peso corporal. Con la maduración, los gastos basales aumentan aproximadamente a 100 Kcal/kg/día.

Holliday y Segar calcularon el gasto calórico de acuerdo al peso: hasta 10 kg gastan 100 Kcal/kg/día; entre 10 y 20 Kg 1000 cal más 50 Kcal / por cada kg por encima de 10

y los pacientes de más de 20 Kg queman 1500 cal más 20 Kcal/ cada kg por encima de 20.

El volumen de líquidos necesarios para la terapia de mantenimiento está compuesta de dos partes: las pérdidas insensibles y las pérdidas por orina

Pérdidas insensibles de Agua.

Es la pérdida continua de agua no visible por los pulmones (pérdida respiratoria de agua : PRA) y por la piel (pérdida transepitelial de agua: PTEA). El sudor es una vía poco significativa de pérdida durante el período neonatal. Un recién nacido de término solo suda si la temperatura ambiente es mayor de 36 ° C y la temperatura corporal es de 37.5°C. Los niños menores de 36 semanas no sudan, porque sus glándulas son muy inmaduras y el volumen de líquido perdido es mas bajo.

El mayor determinante de las pérdidas respiratorias, es el volumen de aire inspirado, la frecuencia respiratoria y la humedad del aire expirado. El agua pérdida por esta vía representa la tercera parte de las pérdidas insensibles totales; entre más prematuro el niño menor la proporción de perdidas insensibles respiratorias pero es mayor la pérdida por la piel.

Las pérdidas respiratorias en promedio son de 4 a 5 ml/Kg/día, pero esencialmente son eliminadas cuando se administra soporte ventilatorio con aire inspirado humidificado.

En niños el mayor componente de las pérdidas insensibles es la piel, difundiéndose las moléculas a través de ella, hasta alcanzar la superficie. El estrato córneo se comporta como una barrera pasiva, entre menos maduro el niño, menor resistencia de la capa córnea y mayor la difusión de las moléculas de agua.

Los mayores determinantes de las pérdidas por la piel son la edad gestacional, y las condiciones del medio ambiente. Para un niño de término las pérdida insensibles totales son de 12 gr/kg/24 horas , las pérdidas por piel son de 7 gr/kg/24h y las respiratorias de 4 a 5 gr/kg/24h, permaneciendo constantes estas cifras en los primeros 28 días.

En niños de muy baja edad gestacional las pérdidas por la piel pueden exceder la excreción renal, las mayores pérdidas son en los primeros días postnatales y entre 25 y 27 semanas son de 129ml/(kg/día).

Del factor medio ambiental que más influye en las pérdidas por la piel es la humedad relativa, presentándose una relación inversa entre las pérdidas insensibles por la piel y la humedad relativa.

Cuando un niño cubre con bolsas plásticas, se disminuye de manera muy significativa las pérdidas por la piel, porque el agua evaporada queda atrapada en el espacio entre la piel y la bolsa. La exposición a radiación no ionizante para calentar los niños y la fototerapia produce profundos cambios en las pérdidas insensibles, aumentando dichas pérdidas entre un 30 y 50 %.

Líquidos de mantenimiento recomendados .

Las pérdidas urinarias representan en condiciones normales dos terceras partes de los líquidos de mantenimiento; en algunas circunstancias (por ejemplo en la diabetes insípida y en los pretérminos) tiene un producción obligatoria de mayor orina más diluída , siendo necesario aumentar los líquidos de mantenimiento, por el contrario, en otras situaciones como excesiva producción de hormona antidiurética, el paciente no puede disminuir la osmolalidad urinaria a 300 mOsm/kg y debe disminuirse la administración de líquidos.

La combinación de datos sobre la pérdida normal del agua por calorías quemadas con los del gasto calórico de pacientes con diferentes pesos, determina la siguiente "ración diaria" de líquidos de mantenimiento:

- ***100 ml /kg para 10 Kg o menos***
- ***1000 ml/kg día, más 50mg/kg/día por cada kg por arriba de 10 para niños de 10 a 20 Kg.***
- ***1500 ml/día más 20 ml/Kg/día por cada kilogramo por encima de 20.***
- ***Para lactantes menores y niños en general con patología quirúrgica se recomienda administrar 1800 cc / m² / día***

Los líquidos a administrar para reponer las necesidades basales depende de la edad. En general se recomienda que los menores de 10 kilogramos, reciban dextrosa al 5 o al 10% dependiendo de lo necesitado para que se mantenga un flujo metabólico entre 5 y 8 mg/ kg/ minuto; para mayores de 1 año o mayores de 10 kilogramos se recomienda administrar los líquidos de mantenimiento en lactato Ringer..

Aunque los gastos de energía disminuyen en los pacientes anestesiados, la mayoría de los niños tolera el recibir líquidos de mantenimiento a una tasa calculada para los pacientes despiertos.

Durante la terapia de mantenimiento, las condiciones de los pacientes deben ser evaluadas en forma regular. Si los cálculos se han hecho en forma correcta, los electrolitos deben permanecer estables y normovolémico. El desequilibrio electrolítico y los signos clínicos de hipo o hipoervolemia requieren una reevaluación de cada componente de la terapia de mantenimiento.

b. CALCULO DEL DÉFICIT:

Este cálculo se basa en los líquidos y electrolitos que ha perdido el paciente antes de que el paciente haya consultado. Hay tres componentes esenciales que deben ser tenidos en cuenta:

- Estimación segura de la severidad de deshidratación
- Determinación del tipo de déficit que ha ocurrido.
- Plan para reparar el déficit.

El grado de la severidad de la deshidratación se hace con base en la historia clínica del paciente y en el examen físico.

<i>GRADO</i>	<i>INTENSIDAD</i>	<i>MENOR DE 1</i>	<i>MAYOR DE 1</i>	<i>SIGNOS Y SÍNTOMAS</i>
		<i>AÑO</i>	<i>AÑO</i>	

I	Leve	1 al 5 %	1 al 3 %	Sed. Antecedentes vómito o diarrea. Con Examen normal
II	Moderada	6 al 10%	4 al 6 %	Enoftalmos, llanto sin lágrimas, pliegue(+), fontanela deprimida
III	Severa	11 al 15%	7 al 9%	Oliguria, hipotensión, piel moteada, compromiso del sensorio

**A.C.T = Agua corporal Total = 70% del peso en Kg para menores de 1 año
60% del peso en kg para mayores de un año**

El tipo de deshidratación se define por la tonicidad sérica del paciente. La gran mayoría de las veces es isotónica, es decir que la osmolaridad sérica se conserva entre 270 y 300 , el Sodio entre 130 y 150; es hipotónica cuando la osmolaridad es menor de 270, el sodio menor de 130 y es hipotónica cuando la osmolaridad es mayor de 300 y el sodio sérico mayor de 150. Los pacientes con deshidratación hipertónica deben ser manejados con especial atención, ya que es el grupo de mayores complicaciones a nivel del sistema nervioso central que suelen ocurrir durante la rehidratación.

Hay muchas formas de corregir el déficit de líquidos, pero independiente del método utilizado se deben seguir los siguientes principios. Se debe restaurar y preservar la función cardiovascular, del sistema nervioso central y la perfusión renal. Se debe iniciar el tratamiento con un líquido isotónico capaz de expandir el volumen.

1. La reposición corporal total del líquido perdido puede requerir un período de tiempo considerable.
2. Las pérdidas del potasio , no se deben reemplazar desde el inicio, ya que es un ion predominantemente intracelular: Se reemplaza cuando se ha comprobado una diuresis adecuada.
3. Requiere de evaluación permanente y un monitoreo clínico continuo de las condiciones clínicas, para hacer los reajustes que sean necesarios y evitar las complicaciones.

4. Se debe restaurar y preservar la función cardiovascular, del sistema nervioso central y la perfusión renal. Se debe iniciar el tratamiento con un líquido isotónico capaz de expandir el volumen.

c. TRATAMIENTO DE REEMPLAZO:

Consiste en adicionar a los líquidos y electrolitos de mantenimiento lo que el paciente pierde adicionalmente. Hay pérdidas actuales que pueden ser medidas como las pérdidas por una sonda, una fístula, etc; pero hay otras que sólo pueden estimarse como las pérdidas por tercer espacio, las pérdidas por fiebre, por uso de calor radiante, fototerapia, etc.

TERCER ESPACIO:

En estados de hipovolemia se produce vasoconstricción y shunt en diferentes órganos lo que provoca hipoxia y acidosis, con producción de materiales de deshecho que son nocivos para los sistemas enzimáticos, involucrando las células endoteliales de los capilares, haciendo que una membrana semipermeable se vuelva altamente permeable, cuando la circulación es restaurada por la infusión de líquidos o productos sanguíneos hay reapertura de estos lechos capilares dañados; con movimiento de líquido del espacio vascular al extracelular, acompañado de moléculas de albúmina, las cuales actúan osmóticamente para extraer líquido adicional. Sobre esta base fisiopatológica se creó el concepto del ***Tercer Espacio***. También puede producirse cuando hay imbalance osmótico como en los procesos inflamatorios, con pérdida de albúmina al espacio extravascular y cuando hay aumento de la Presión hidrostática como en la obstrucción intestinal u obstrucción de capilares sinusoidales en el hígado. Son ejemplos del tercer espacio: edema, ascitis, líquido intraluminal intestinal anormal, etc. Al tercer espacio también se le ha denominado ***Espacio Secundario Disfuncional***. El conocimiento de la fisiología del tercer espacio, ha permitido una estimación más razonable de los líquidos. Esto es de primordial importancia cuando se enfrenta un paciente con patología abdominal, ya sea un proceso inflamatorio, obstructivo o isquémico. Se han propuesto diferentes fórmulas para su estimación, pero

actualmente la más recomendada, es el cálculo por cuadrantes; el cual consiste la división del abdomen en cuatro cuadrantes, a cada uno se le asigna un 25 % de las necesidades basales. Por ejemplo en una peritonitis generalizada como hay compromiso de los cuatro cuadrantes, la administración por pérdidas del tercer espacios son el 100% de las necesidades basales. El tercer espacio se debe reemplazar, hasta que se recupere la actividad intestinal normal, que es un signo indirecto de su resolución. Las pérdidas del tercer espacio deben ser reemplazadas con líquidos osmoticamente activos, el ideal es el Lactato Ringer.

Pérdidas por sondas gastrointestinales:

Deben reemplazarse volumen a volumen cada cuatro horas, sí son, por sonda nasogátrica, se debe administrar solución salina normal más 20 mEq de potasio por litro reemplazado. Sí, lo que se va a reemplazar, es lo perdido son por sondas duodenales, intestinaleso por fistulas , se debe utilizar Lactato Ringer.

Composición de Líquidos corporales

<i>LIQUIDO</i>	<i>SODIO</i>	<i>POTASIO</i>	<i>CLORO</i>
<i>Saliva</i>	50	20	0
<i>Gástrico</i>	40- 80	20	150
<i>Bilis</i>	145	5	-
<i>Ileon</i>	130	20	20
<i>Diarrea</i>	40	40	40

MEq/litro

Perdidas por fiebre:

Se debe reemplazar con Hartman el 10% de las necesidades basales por cada grado centígrado por encima de 37°.

Pérdidas adicionales por incubadora y calor radiante

DIA	INCUBADORA	CALOR RADIANTE
1	60 A 80 mL/KG	100 A 120 mL/KG
2	80 A 100	100 A 120
3	100 A 120	120 A 140
4	120 A 150	140 A 160
5	150	160 A 180

LIQUIDOS PARA RESTITUCION INTRAVENOSA

Aunque para la administración de líquidos se dispone de soluciones que no contienen sal, no deben utilizarse en forma indiscriminada porque pueden producir intoxicación hídrica e hiponatremia; el tratamiento debe incluir también la reposición de electrolitos. Se deben administrar suficientes electrolitos para evitar que los riñones tengan que conservar o excretar grandes cantidades de electrolitos, para mantener el equilibrio. En la mayoría de los pacientes es suficiente con administrar 2.5 mEq de sodio, 2.5 mEq de potasio y 5.0 mEq de cloro por cada 100 ml de agua administrada. El neonato, tiene particular vulnerabilidad al desequilibrio electrolítico, ya que tienen una limitada capacidad para concentrarlo a pesar del déficit. Los recién nacidos antes de las 36 semanas requieren 40 mEq por litro de sodio para mantener el balance normal, en tanto que los de término requieren 20 mEq por litro.

Es necesario administrar algo de calorías en glucosa en los líquidos de mantenimiento que permita el desarrollo del ciclo de Krebs , un contenido osmótico para evitar la

lisis de glóbulos rojos y para evitar la cetosis por el catabolismo proteico.

Generalmente esta cantidad es de 20 a 25 Kcal por cada 100 Kcal gastadas, lo que es suficiente con administrar una solución de glucosa al 5%. Otra justificación para la administración de glucosa en las necesidades basales, son las escasas reservas de glucógeno, lo que los hace particularmente susceptibles a sufrir hipoglicemias; este concepto es válido para menores de 10 kilogramos o de un año. ***La recomendación es administrar solución dextrosada para los menores de 1 año.***

El cirujano hace el movimiento de apertura administrando un volumen específico de un líquido específico y a una tasa específica y el niño responde cambiando sus parámetros fisiológicos, posteriormente de acuerdo a estos cambios se continúa la reposición.

Aunque la mayoría de los niños no requieren glucosa suplementaria durante la intervención quirúrgica, los pacientes en riesgo de hipoglicemia deben recibir glucosa durante la anestesia, y vigilarse en forma serial sus niveles. Tiene mayor riesgo los debilitados, los que ayunan por períodos prolongados, los neonatos sobre todo los prematuros. Los niños sometidos a procedimientos prolongados y los que reciben una combinación de anestesia regional y general, también corren el riesgo de desarrollar hipoglicemia. Los niveles de glicemia deben mantenerse entre 40 y 200 mg/ 100ml. Por lo general el lactato Ringer sustituye adecuadamente los deficit hidroelectrolíticos del ayuno, los líquidos perdidos durante la anestesia y la cirugía, cuando se teme hipoglicemia se puede añadir dextrosa al 5%. En general todos los deficit, pérdidas hacia el tercer espacio y pérdidas de sangre deben sustituirse con lactato Ringer.

MONITOREO

Peso Corporal

Las medidas seriadas del peso corporal son una guía sensible para evaluar los cambios en el agua corporal. La ganancia de peso y el edema generalizado es un hallazgo común en niños sépticos y representa una de los componente de la falla multisistémica.

Paradójicamente el volumen sanguíneo está disminuido. El uso de diurético para movilizar el edema provoca mayor pérdida del volumen intravascular, frecuentemente a pesar de la ganancia de peso es necesario aumentar la administración de líquidos para amnetener una adecuado volumen circulante.

Gasto Urinario y Concentración.

Las medidas seriadas del flujo urinario y su concentración son las dos más grandes ayudas en el manejo de líquidos.

El gasto urinario promedio debe ser de 2 ml /Kg/hora, la osmolalidad de 250 a 290mOsm/L. Y una densidad urinario de 1.010 a 1013 para recién nacidos. En todo paciente crítico se debe colocar sonda vesical.

Tres propiedades de la concentración urinaria pueden ser medidas: densidad urinaria, índice de refractariedad y osmolalidad.

El índice refractario está relacionado con la concentración total de sólidos en la solución, solo se requiere una gota de orina, puede ser hecho al lado de la cama, solo se requiere del refractómetro.

Una densidad por debajo de 1002 es considerado hipoosmolalidad mientras que por encima de 1011 es hiperosmolalidad.

Fracción de excreción de sodio

Es una medida muy útil para determinar si la elevación del BUN es por falla renal o por deshidratación. Es un índice de reabsorción tubular de sodio e indica la capacidad del riñón para excretar o absorber sodio. En adultos normales, si la ingesta de sodio no es excesiva, todo el sodio es absorbido desde el túbulo y el porcentaje que no es absorbido representa el FeNa que normalmente es el 0.5%. Para recién nacidos de

término es normal por debajo del 1%, pero en pretérminos es más alto :3%. Cuando hay daño renal, el túbulo no puede reabsorber el sodio, se aumenta su excreción, elevándose también el FeNa.

TRANSTORNOS ELECTROLITICOS.

Además de reponer líquidos de mantenimiento y compensar las pérdidas, es necesario corregir las deficiencias de electrolitos. Se utiliza la siguiente fórmula para corregir parcialmente las deficiencias:

$$(C_D - C_A) \times \text{peso en kg} \times 0.3 = \text{Meq requeridos.}$$

C_D = Concentración deseada

C_A = Concentración real en mEq/ lit.

Acidosis Metabólica

Se caracteriza por un aumento en el ácido o una pérdida de bicarbonato en el líquido extracelular. Entre sus causas se encuentra la diarrea, vómito prolongado, insuficiencia renal, hipoxemia y ayuno. Un deficit de base mayor de 10 mEq/L necesita corrección tanto del deficit como de la causa subyacente. El tratamiento se inicia con bicarbonato de sodio 1 a 2 mEq/kg, y se va ajustando de acuerdo con los valores séricos del bicarbonato del paciente.

Alcalosis Metabólica

Se caracteriza por la pérdida de ácido en el líquido extracelular o por aumento de la base. Entre las causas están el vómito de jugo gástrico, tratamiento con diuréticos, exceso de bicarbonato, lactato, citrato o acetato y aldosteronismo primario. Una de las causa más frecuentes en el paciente pediátrico quirúrgico es la estenosis hipertrófica del píloro.

Para mantener el equilibrio ácido-básico la alcalosis se vuelve grave, los riñones secretan potasio en intercambio por hidrógeno. A medida que ocurre depleción de las reservas de sodio, se intercambia potasio e hidrógeno por sodio llevando a una alcalosis metabólica hipoclorémica e hipopotasémica.

Hiponatremia

Se presenta hiponatremia cuando el nivel sérico del sodio es inferior a 130 mEq/L.

Los lactantes tienen particular propensión a la hiponatremia, porque los riñones tienen menor capacidad para conservar el sodio. Aunque una natremia mayor de 129 mEq/L raras veces produce síntomas, una inferior a este valor puede producir convulsiones o coma, a consecuencia del edema cerebral ocasionado por un gradiente osmótico entre el tejido cerebral y la sangre. Cuando un paciente tiene síntomas debe iniciarse tratamiento de inmediato. El tratamiento farmacológico de las convulsiones en este estado, usualmente es inefectivo, el tratamiento consiste en aplicar diurético para producir excreción del exceso de agua libre y una solución hipertónica para aumentar en forma aguda la concentración de sodio sérico, si está hipovolémico no se administra diurético.

La corrección rápida de la hiponatremia se asocia a lesión neurológica grave, específicamente mielinolisis pontina central.

Se debe administrar solución salina hipertónica al 3% a razón de 1 a 2 ml/kg durante 20 a 30 minutos. Este suele bastar para parar las convulsiones, una vez ceden estas, se reduce la rapidez de la infusión hasta alcanzar un nivel sérico de 125 mEq/L durante las siguientes 6 a 8 horas. A partir de entonces, se suspende la solución salina hipertónica y se continúa con solución salina normal durante las siguientes 24 a 48 horas hasta que se normalice la concentración sérica de sodio.

Se puede estimar el déficit de sodio por la siguiente fórmula:

$$(\text{Sodio}_{\text{Deseado}} - \text{Sodio}_{\text{presente}}) \times 0.6 \times \text{peso en kg.}$$

Un método más rápido para calcularlo es :

$$(\text{Sodio}_{\text{Deseado}} - \text{Sodio}_{\text{Presente}}) \times \text{Kg} = \text{ml de solución salina al 3 \%}.$$

Hipernatremia.

La pérdida desproporcionada de agua en comparación con la de sodio da lugar a deshidratación hipernatrémica. Se considera hipernatremia cuando el sodio es mayor de 150 mEq/L. Las causas de esta problema son : fiebre, diarrea, exceso de administración de sodio , diabetes insípida, sudación excesiva, diuréticos osmóticos y vómito persistente. Los síntomas neurológicos no se presentan hasta que la concentración sérica llega a 165 mEq/lit.

La corrección debe hacerse con lentitud para evitar el edema cerebral, ya que a diferencia de otros tejidos corporales en los cuales el equilibrio de agua y electrolitos es casi instantáneo, en el cerebro se requieren 6 a 8 horas para que se equilibre el sodio. El resultado es la extracción de agua del compartimento intersticial del cerebro y una disminución en la presión del líquido cefalorraquídeo. Si el paciente está en choque grave o si tiene una deshidratación grave requiere una reposición rápida con solución salina, lactato Ringer o albúmina al 5%. Una vez que se restablece el volumen sanguíneo circulante y la perfusión renal comienza, se administra glucosa al 5% en un cuarto de solución salina normal durante las siguientes 24 horas. Hay que evitar la corrección rápida con soluciones libres de electrolitos, por el riesgo de edema cerebral y convulsiones.

Hipocaliemia

Puede deberse a trastornos diferentes a la estenosis hipertrófica del píloro: el vómito, la diarrea, el tratamiento crónico con diuréticos. Una concentración sérica

menor de 2.5 mEq/L debe corregirse antes del acto anésteico, para reducir la posibilidad de arritmias cardíacas. Puesto que la concentración sérica del potasio solo refleja una pequeña porción del potasio total (hay más potasio intracelular que extracelular), un déficit de potasio generalmente se corrige en un lapso de 8 a 12 horas, a menos que se requiera una corrección urgente. Cuando es necesario este último puede administrarse a una velocidad no mayor de 1 mEq/Kg/hora. Vigilando estrechamente los cambios electrocardiográficos y el gasto urinario. Se debe suspender la administración de potasio si la diuresis es menor de 0.5 ml/kg/hora o aparecen ondas T acuminadas; se evita la sobredosis haciendo una medición periódica de las concentraciones séricas.

Cuando existe hipocloremia asociada a la hipopotasemia (como en la estenosis hipertrófica del píloro), es aconsejable corregir el desbalance del cloro antes que la del potasio, administrando solución salina normal al 0.9% mientras se reemplaza el potasio.

Hipercalemia

Dentro de las causas de elevación del potasio están: acidosis grave, insuficiencia renal, hiperaldosteronismo y la necrosis tumoral. El tratamiento debe iniciarse cuando el potasio está por encima de 6 mEq/; se debe suspender de inmediato todo aporte de potasio, vigilar continuamente el electrocardiograma, la conducta se dirige a revertir todas las manifestaciones cardíacas de la hipercalemia. El bicarbonato de sodio (1 ó 2 mEq/kg) y la hiperventilación favorecen la alcalosis, de manera que ocurre desplazamiento agudo del potasio hacia el espacio intracelular. El cloruro de Calcio (5mg/kg) o gluconato de calcio (15mg/kg) compensan agudamente los efectos cardíacos de la hipercalemia,; si no hay respuesta inicial deben incrementarse la dosis de estos elementos. Después de este tratamiento inicial, la insulina a 1U/kg y la glucosa a 1 g/kg aumenta más el desplazamiento intracelular del potasio.

Luego de todas estas medidas iniciales, hay que reducir los valores del potasio. Se puede administrar resina de intercambio de iones: sulfonato de poliestireno sódico (Kayexalate) oral o rectal, dividido en cuatro dosis a 1 o 2 gr/kg. Una dosis de 1 gr/kg disminuye 1 mEq/L aproximadamente.