

Terapia Líquida en Pediatría

Dr. Francisco Cleaves T.

La administración de líquidos parenterales es requerida en los pacientes pediátricos con mayor frecuencia que en los pacientes adultos. La terapia líquida en niños deberá estar más claramente definida como volumen total, velocidad de goteo y contenido de agua y electrolitos de las soluciones a ser administradas.

Las razones por las que los lactantes y niños son más susceptibles a trastornos de la hidratación y/o del balance ácido-básico, son:

1^o—La distribución en los compartimiento de los líquidos corporales cambia marcadamente entre el nacimiento y la adolescencia. Las diferencias en el agua total y el líquido extracelular están reflejadas en las velocidades de recambio por unidad de peso corporal, del agua y electrolitos. Los lactantes recambian diariamente un 15% de su agua corporal (o sea un 1/3 de su líquido extracelular) y los adultos un 90% (o sea 1/8 de su L.E.C.) La razón del mayor recambio de agua en el niño es su metabolismo más acentuado. Así cualquier proceso que interfiera con la ingestión oral, resultará en una depleción del agua corporal y electrolitos, más rápida que en el adulto.

2^o—El lactante está más sujeto a desarrollar un número mayor de trastornos productores de pérdidas anormales de agua y electrolitos, la magnitud de las cuales sobrepasa la de los adultos con desórdenes similares. Por ejemplo la diarrea infantil puede conducir a pérdidas de líquidos en la cantidad de 50 cc. o más por Kg. de peso corporal en un día, mientras que la diarrea del adulto raramente es tan intensa.

3^o—El riñón del niño, especialmente en las etapas iniciales de la vida, no está tan bien desarrollado funcionalmente como el riñón adulto. Así sólo es capaz de concentrar en los lactantes 100 miliosmoles por litro y no los 1.200 miliosmoles que es capaz de concentrar el riñón adulto. En otras palabras necesita más agua para eliminar la misma cantidad de solutos.

Es decir, en términos fisiológicos el riñón no es muy eficiente en compensar los trastornos producidos por la deshidratación y el desequilibrio ácido-básico.

En el enfoque de un paciente presentando un trastorno de hidratación es útil pensar en que los requerimientos de agua total y electrolitos están formados de dos tipos de requerimientos separados:

LOS REQUERIMIENTOS DE MANTENIMIENTO Y LOS REQUERIMIENTOS DE DÉFICIT.

1.—*Requerimientos de Mantenimiento.*

a) Agua: Los requerimientos de los líquidos de mantenimiento pueden ser calculados sobre la base del peso corporal, área superficial o calorías metabóli-

zadas. La existencia de tres maneras diferentes de calcular las mismas necesidades básicas, hacen ver obviamente que ninguno de estos métodos es completamente satisfactorio, ningún sistema ha sido adoptado universalmente. Los problemas involucrados con cada uno de estos sistemas han sido revisados por Darrow (1).

Las necesidades normales de mantenimiento consisten de aquellas cantidades de agua y electrolitos perdidos a través de: sudor, pérdida insensible de agua (30-40%), orina 50-60%) y heces (5-12%). Mientras que estamos completamente de acuerdo en que fundamentalmente las necesidades de agua para los propósitos del mantenimiento normal dependen no del tamaño corporal, si no de la intensidad del metabolismo, debe de ser señalado que la base más firme de referencia para conceptualizar *déficit preexistentes son los cambios en el peso corporal*, porque las reservas de agua corporal y electrolitos son más directamente proporcionales al peso que al área de superficie corporal o a las *calorías metabolizadas*; y el cálculo de los déficit se haría en base al *peso corporal*.

Así para evitar manejar 2 sistemas para calcular las necesidades de reemplazar de líquidos, algunos adoptan un sistema uniforme, basado sobre el peso corporal, para calcular tanto el mantenimiento como el déficit.

Las pérdidas insensibles de agua ocurren a través de la piel como vapor de agua (no sudor), y a través del aire expirado. Las pérdidas insensibles de agua, bajo condiciones basales se aproximan a los datos siguientes:

- 30 cc/Kg/día en lactantes
- 20 cc/kg/día en niños
- 12 cc/Kg/día para adultos.

Las pérdidas de agua urinarias están condicionadas primariamente por la cantidad de desechos (carga de solutos) y por la cantidad de concentración de los riñones. La carga de solutos durante la terapia líquida parenteral usual en lactantes y niños requiere aproximadamente 50 cc de agua/Kg/día cuando la osmolaridad de la orina es igual a la del plasma (280MOs/L).

Las pérdidas acuosas en las heces, en ausencia de diarrea, son pequeñas (10 cc/K/d). Tomando en cuenta los factores arriba mencionados se puede dar la siguiente guía para el cálculo de las necesidades de mantenimiento, que deberán ser tomadas como aproximaciones que han sido encontradas seguras para el uso clínico, los números han sido redondeados, para facilitar su recuerdo.

NECESIDADES LIQUIDAS DE MANTENIMIENTO

<i>Edad</i>	<i>Agua (cc por Kg/24 horas)</i>
1 día	0
2 a 7 días	80-100
1 semana - 1 año	100-120
2-4 años	80-100
4-11 años	50-80

Estos datos nos dan aproximadamente las necesidades de líquidos por kilo por 24 horas. Usando las cantidades menores se puede decir que las necesidades diarias en cc/Kg son: para niños de 1 semana a un año de edad 100 cc/Kg/día; de 4 años de edad y más grandes 50 cc. todas las demás necesitan 80 cc. Estas

cantidades nos dan una base, a la cual se le pueden agregar o sustraer líquidos, dependiendo de las condiciones ambientales o de la intensidad de la enfermedad.

FACTORES QUE AUMENTAN LAS NECESIDADES DE MANTENIMIENTO DE AGUA.

- 1.—Fiebre
- 2.—Sudoración aumentada.
- 3.—Hipernea.
- 4.—Insuficiencia de la conservación renal.
- 5.—Vómitos o succión gástrica.
- 6.—Pérdidas intestinales (diarrea, colostomía)
- 7.—Aumento de la temperatura ambiental.
- 8.—Estados hiperosmolares (diabetes mellitus mal controlada)

FACTORES QUE DISMINUYEN LAS NECESIDADES DE AGUA DE MANTENIMIENTO.

- 1.—Disminución de la función renal.
- 2.—Humedad aumentada del ambiente (Croupette).
- 3.—Hipotermia.

Se describen además los sistemas por calorías metabolizadas y por metro cuadrado.

El sistema de cálculo del mantenimiento por 100 calorías metabolizadas.

Primero se calculan las necesidades calóricas sobre la base del peso actual y no del peso ideal y este cálculo se hace en base a la siguiente fórmula:

■

Peso (kilos)	Calorías requeridas por día.
0-10	100cal/Kg.
10-20	1000 cal. + 50 cal. por cada Kg. encima de 10.
Más de 20	1500 cal. + 50 cal. por cada Kg. arriba de 20.

Ejemplo: niño de 12 kilos necesita 1.100 calorías, 1000 cal hasta 10 kg. y 50 cal por cada kilo arriba de 10 que en este caso son 2 (100 cal.)

Los líquidos y electrolitos de mantenimiento necesarios para cada 100 calorías metabolizadas son como sigue:

Agua (ce por 100 calorías metabolizadas)	Electrolitos mEq por 100 calorías metabolizadas)		
H ₂ O	Na	K	Cl
100	3	2	2

El sistema por metro cuadrado de superficie corporal.

Los cálculos del área superficial pueden ser hechos por el uso de un normograma o estimados por la fórmula siguiente:

Peso (Kg)	Área superficial (metros cuadrados)
0-5	0.05 x peso (Kg) + 0.05
6-10	0.04 x peso (Kg) -f 0.10
11-20	0.03 x peso (Kg) + 0.20
21-30	0.02 x peso (Kg) + 0.40

Las necesidades líquidas y de electrolitos son

H ₂ O (cc/m ² /día)	Na	K (mEq x m ² x día)	Cl ⁻
1.500 ce	52	32	32

Ejemplo: niño de 12 kg.

$$12 \text{ kg} = 0.03 \times 12 + 0.20 = 0.56 \text{ m}^2.$$

$$\text{agua total corporal} = \text{cerca de un } 70\% \text{ del peso} = 8,4 \text{ litros } (12 \times 70\% = 8,4)$$

Agua de mantenimiento = 840 ce.

Sodio de mantenimiento = 29 mEq (52 x 0.56 m²)

mantenimiento = 18 mEq (32 x 0.56 m²)

Cloro de mantenimiento = 18 mEq (32 x 0.56 m²)

LAS NECESIDADES DE ELECTROLITOS PARA MANTENIMIENTO

Puesto que el riñón normal tiene un amplio rango de latitud con respecto a la excreción de electrólitos no pueden darse cifras fijas para las necesidades de sodio, potasio o cloruro, más bien es para ayudar a proveer cantidades razonables de estas sustancias las cuales no sobrepasan la habilidad del riñón, ya sean para excretar una excesiva cantidad de sustancias no necesarias o para forzarlo a alcanzar una concentración máxima.

Por esta razón las cantidades calculadas para llenar las necesidades de mantenimiento han sido redondeadas de la manera siguiente:

Sodio 3-5 mEq/Kg/24 horas.

Potasio 1-2 mEq/Kg/24 horas.

NECESIDADES CALÓRICAS DE MANTENIMIENTO

Idealmente uno desearía proveer los cientos de calorías necesarias para reponer las calorías perdidas por el paciente.

Usando la ruta parenteral exclusivamente esto es difícil. Afortunadamente en la mayoría de los pacientes no es necesario intentar un reemplazo total de las calorías puesto que los depósitos de grasa usualmente presentes, suplen la diferencia, entre un ingreso calórico exógeno subóptimo y las pérdidas calóricas.

Por consiguiente un objetivo modesto es proveer suficiente dextrosa para prevenir la cetosis y disminuir la destrucción endógena de las proteínas. Esta cantidad de dextrosa es aproximadamente un 20% del total de las pérdidas calóricas; él puede ser estimado groseramente a ser 3 gramos/Kg/día para un lactante debajo de 2 años de edad y 2 gramos/Kg/día para un niño sobre 3 años de edad.

EJEMPLO DE LOS CÁLCULOS PARA LAS NECESIDADES DE MANTENIMIENTO

Lactante de 8 Kg (17[^] libras).

Líquidos de mantenimiento para 24 horas = $100 \times 8 = 800$ ce.

Sodio de mantenimiento $3 \text{ mEq} \times 8 = 24 \text{ mEq Na}^+$

Potasio de mantenimiento: $2 \text{ mEq} \times 8 = 16 \text{ mEq K-f}$

Glucosa de mantenimiento — $3 \text{ gramos} \times 8 \text{ Kg} = 24 \text{ gms}$.

La mayoría de los hospitales tienen soluciones conteniendo glucosa al 5% a la cual una cantidad standard de sodio ha sido agregada.

Algunas de estas soluciones son:

Concentración de Na y Cl

Salina normal (0.9% Cl Na y 5% Dextrosa	154 mEq/L	15.4%
1/2 normal salina (0.45% NaCl y 5% Dex	72 mEq/L	7.2%
*4 normal salina (0.2% NaCl 5% Dextrosa	24 mEq/L	2.4%

Un análisis de estas soluciones nos muestra que 800 ce. de 0.2% de NaCl en 5% de glucosa nos da 27.2 mEq/L de NaCl y por consiguiente lleva las necesidades mínimas de los requerimientos salinos. La cantidad de glucosa es la misma cantidad de líquido (40 gms) es suficiente para disminuir el metabolismo proteico. El cloruro de potasio deberá ser agregado (16 mEq/L) para llenar estas necesidades.

TERAPIA DE REEMPLAZO, NECESIDADES DE DÉFICIT. AGUA

La magnitud del déficit de agua es independiente de la vía por la que se pierde el agua. Por consiguiente la cantidad necesaria para el **reemplazo** puede ser estimada sin referencia a la enfermedad primaria. Las pérdidas agudas del agua corporal son más íntimamente proporcionales a los cambios en el peso corporal que a la superficie corporal o las pérdidas calóricas.

Idealmente, uno podría asegurar con precisión la magnitud de la pérdida del agua total del cuerpo en un paciente dado por comparación de un peso, cuidadosamente tomado antes de la enfermedad y comparándolo con el peso corporal obtenido durante 3a admisión al hospital.

Desafortunadamente un peso pre-enfermedad no siempre es posible obtener; por consiguiente el clínico deberá evaluar *la magnitud* de la deshidratación de la historia y de la *severidad de los síntomas y signos clínicos*. Es decir la determinación del *grado de la deshidratación* es clínica y es una suposición o conclusión que se obtiene a través de un entrenamiento adecuado.

Una estimación de los déficits puede ser hecho por la historia: que nos da la duración de la enfermedad, la intensidad (frecuencia y cantidad de las pérdidas), el estado de las ingestas durante la duración de la enfermedad, la diuresis, como también otros factores los cuales podrían contribuir a la mayor agudeza de la enfermedad presente.

Los síntomas y signos clínicos dependen del grado y tipo de la deshidratación. El límite superior de las pérdidas del agua total, el cual es compatible con la vida es cerca del 15% del peso corporal.

La pérdida del agua en la deshidratación isotónica se hace casi enteramente a expensas del compartimiento extracelular. Por consiguiente los signos y síntomas de la deshidratación isotónica severa, son aquellos de una marcada reducción en el volumen del líquido extracelular. Bajo tales circunstancias es probable la producción de shock, porque hay marcada disminución en el volumen sanguíneo y una muy pobre circulación sanguínea.

La presión sanguínea es mantenida con dificultad a niveles normales o puede ser francamente baja. Hay taquicardia. Los signos de una circulación sanguínea disminuida son el enfriamiento y el moteado de la piel, disminución del tono muscular y la marcada disminución del flujo sanguíneo renal que se refleja por oliguria y una uremia prerrenal. La piel y las membranas mucosas están secas y hay una pérdida de la elasticidad de la piel, la fontanela anterior está marcadamente deprimida, los ojos hundidos, sin lágrimas, parpadeo escaso.

La deshidratación isotónica es la más comúnmente observada en la enfermedad diarreica.

La tabla siguiente nos da la relación entre los grados de deshidratación pérdida aguda de peso, y las necesidades aproximadas para el reemplazo de los déficits.

	Pérdida	Agua para déficits
Grado de deshidratación	de peso	cc x kg de peso
Severa	8-10%	80-100 cc
Moderada	5- 8	50- 80 cc
Mínima	3- 5	30- 50 cc

Las cantidades sólo son estimaciones pero son útiles para un uso clínico.

REEMPLAZO DE DÉFICIT DE ELECTROLITOS

A la inversa del caso del déficit de agua, donde la magnitud de los déficits era independiente de la vía de pérdida, en el caso de los electrolitos, el grado de la pérdida total de todos los iones en relación a la magnitud de la pérdida de agua, determinan la osmolaridad del remanente de líquidos corporales. En otras palabras la osmolaridad de la pérdida determina el tipo de deshidratación, por ejemplo, en la deshidratación isotónica la osmolaridad de los líquidos es muy parecida al valor normal del plasma (280 mOsm/L). En la deshidratación hipertónica, la osmolaridad de las pérdidas es menor que este valor normal, mientras que en la deshidratación hipotónica es mayor. La estimación del *grado de deshidratación* en cualquier paciente es una suposición que se adquiere a través de la experiencia. Sin embargo, *el tipo de deshidratación* puede ser determinado con gran precisión a través de medidas de la concentración inicial del sodio en el plasma.

Hay muy pocos signos físicos que nos señalen una deshidratación hipertónica especialmente en lactantes. Los más importantes de estos signos: la sensación de la piel e incidencia grande de trastornos del sistema nervioso central tales como irritabilidad y convulsiones.

El líquido extracelular es relativamente bien mantenido en la deshidratación hipertónica debido al cambio osmótico de agua del líquido intracelular al extracelular.

El volumen extracelular es más vulnerable en la deshidratación hipotónica.

La deshidratación hipotónica deberá ser sospechada en un paciente cuya historia no sugiere pérdidas severas de líquidos, pero que muestra signos de colapso vascular periférico. Diarreas explosivas como aquellas asociadas con la shigella y salmonella, están frecuentemente asociadas con deshidratación hipotónica. Aunque ciertos signos y síntomas y ciertas enfermedades pueden sugerir una deshidratación hiper o hipotónica, el único medio seguro de identificar los tipos de deshidratación requiere la medida e interpretación del sodio plasmático.

DÉFICITS DE SODIO Y AGUA EN LA DESHIDRATACIÓN SEVERA

	Déficit de agua	Déficit de sodio
Ayuno y sed	100	5
Isotónica (135-150 mEq) de Na +	100-150	8-10
Hipertónica (más 150 mEq/L de Na) +	100-170	2- 5
Hipotónica (menos 135 mEq/L) Na +	100	10-14

La posibilidad de determinar el sodio plasmático en la mayoría de los hospitales hace el diagnóstico del tipo específico de deshidratación una tarea muy simple, además la corrección del déficit de sodio particularmente en el caso de la deshidratación hipotónica puede ser más precisamente hecho por el cálculo del déficit del sodio sérico del paciente por medio de la siguiente fórmula:

Sodio deseado (135 mEq/litro) — Sodio del paciente x 0.6 x peso en kilos = mEq de sodio necesario para la corrección.

1/3 de esta cantidad puede ser dado como cloruro de sodio al 3% (0.5 mEq/ de sodio por ce) en un período de 2 a 4 horas, si el paciente tiene convulsiones. La presión arterial y los signos de edema pulmonar deberán ser vigilados.

El resto del cloruro de sodio puede ser dado como salina isotónica.

La deshidratación hipertónica se puede corregir con la siguiente fórmula:

Valor de sodio del paciente - sodio deseado (145 mEq) x 4 ce x peso en kilos.

O se puede corregir con una solución al 1/5 - 1 parte de salina normal o bicarbonato de sodio y 5 partes de dextrosa al 5% calculando 80 ce x kg x 12 h.

TRASTORNOS ACIDO-BASICOS

Para usar el sistema de bicarbonato en el análisis clínico de los trastornos ácido-básicos, es necesario, cuantificar la relación existente entre el ácido débil (ácido carbónico) y la base conjugada (bicarbonato) y el pH.

Estas relaciones están formalizadas por la bien conocida ecuación Henderson-Hasselbalch: $\text{pH} = \text{PK}' + \text{Log} \frac{(\text{HC03})}{(\text{H2 CO3})}$

(H2 CO3—)

Esta ecuación simplemente establece que el pH sanguíneo es igual a una constante; el pK, más el logaritmo de la división de la base conjugada (HCO₃) sobre la concentración del ácido débil (H₂CO₃). Así el pH variará no con la concentración del numerador solo, ni con la concentración del denominador solo, sino en el resultado de dividir el numerador sobre el denominador.

Las características operacionales de la ecuación pueden ser ilustradas sustituyendo por valores normales del plasma sanguíneo. En la sangre arterial el valor de pK es 6.10 y es una constante. El bicarbonato normal del adulto (HCO₃) es de 24 mEq/L; el denominador normal (H₂CO₃) tiene el valor de 1.2 mM/L. Así, la ecuación para el plasma puede ser resuelto como sigue:

$$\text{pH sanguíneo} = 6.10 + \text{Log} \frac{(24)}{(1.2)}$$

$$\text{pH sanguíneo} = 6.10 - \text{Log} \frac{20}{1}$$

Puesto que Log de 20/L. es 1.30 la ecuación se reduce a: pH sanguíneo = 6.10 + 1.30 = 7.40.

Así sustituyendo los valores normales dados para el promedio de pH es = 7.40.

En lactantes normales ambos numerador (20 mEq) y denominador (1 mM/L) son menores que en el adulto, pero la proporción (20/1) es la misma y el pH normal es 7.40.

El denominador en la ecuación aparece como ácido carbónico, pero en realidad tiene 2 componentes: el verdadero ácido carbónico (H₂CO₃) y CO₂ disuelto (CO₂ (d)). Esto es debido a que el ácido carbónico en solución acuosa siempre existe en equilibrio con el CO₂ disuelto.

Esta relación entre el ácido carbónico y el CO₂ disuelto es importante porque la sangre en los capilares pulmonares entra en contacto con el aire alveolar conteniendo CO₂ gaseoso y con el cual entra en equilibrio. Este equilibrio sigue una ley de gases conocida como la ley de Henry. Así si la presión de CO₂, en la fase de gas es abreviada como PCO₂, la cantidad de CO₂ disuelto en la sangre (más el que se ha convertido en ácido carbónico) es dada por la siguiente expresión:

$$\text{pCO}_2 \text{ XS} = (\text{CO}_2(\text{d}) + \text{H}_2\text{CO}_3)$$

"S" es el factor de solubilidad para el CO₂ en la sangre a la temperatura corporal y es una constante teniendo un valor de 0.3 mM de gas disuelto por litro de plasma por mmHg de pCO₂, así el valor normal del adulto para pCO₂ es 40 mmHg. Usando este valor con el valor constante para "S" de 0.03 nos da:

$$40 \text{ mmHg} \times 0.03 \text{ m M/L mmHg} = 1.2 \text{ mM/L}$$

$$(\text{pCO}_2) \times \text{S} \text{-----} = (\text{CO}_2(\text{d}) + \text{H}_2\text{CO}_3).$$

El valor de 1.2 mM/L para el denominador está de acuerdo con el valor normal presumido arriba, en el cálculo de pH normal.

REGULACIÓN RESPIRATORIA DEL EQUILIBRIO ACIDO BÁSICO

Las consideraciones que se han hecho demuestran una forma alternativa por la cual puede ser escrita la fórmula de Henderson-Hasselbalch, sustituyendo S y PCO₂ por el término (H₂CO₃ + CO₂(d)

$$\text{pH} = 6.10 + \text{Log} \frac{(\text{HCO}_3^-)}{\text{PCO}_2}$$

Para la mayoría de los propósitos es la forma de ecuación la cual es usada, puesto que enfatiza el hecho, que es el nivel de pCO₂ en el gas alveolar, el que determina la cuantía del denominador.

El cuerpo puede regular el pCO₂ para lograr la regulación del pH sanguíneo por medio de la frecuencia de la ventilación alveolar, así que la pCO₂ alveolar puede ser reducida (con una hiperventilación alveolar) o aumentada (con una hipoventilación alveolar).

Mientras que el sistema respiratorio es el primariamente responsable por el nivel de pCO₂ o sea el denominador de la ecuación H-H, el riñon es responsable por la regulación del bicarbonato o sea el numerador.

Los *trastornos metabólicos*, del balance ácido-básico son el resultado neto de cambios en el numerador.

En los *trastornos respiratorios* del equilibrio ácido-básico hay siempre una anomalía primaria en el aparato respiratorio, siempre que la ventilación alveolar esté fija a un nivel más alto o más bajo que lo normal.

Una hipoventilación alveolar primaria es la anomalía fundamental en la *acidosis respiratoria*, y produce un aumento primario en pCO₂ esto aumenta el denominador y baja el valor del pH.

Una hiperventilación alveolar primaria es la anomalía fundamental en la *alcalosis respiratoria* y produce una disminución en el pCO₂, lo cual resulta en la disminución en el denominador, aumentando el valor de la proporción de la ecuación y produciendo una elevación del pH (cambio alcalino).

ACIDOSIS METABOLICA

Todas las formas de acidosis metabólica pueden ser clasificadas en cualquiera de dos categorías: a) aquellas que se producen por la ganancia de un ácido fuerte del líquido extracelular. b) aquellos que se producen por pérdida de bicarbonato del líquido extracelular.

En la primera categoría los ácidos comúnmente involucrados son los cuerpos cetónicos (ayuno, acidosis diabética, intoxicación por salicilatos) ácido láctico (secundario a la hipoxia tisural o menos frecuentemente en la acidosis láctica primaria), los ácidos fosfórico, sulfúrico, y otros ácidos (insuficiencia renal). La segunda causa de acidosis metabólica es la pérdida de bicarbonato, ésta se produce más frecuentemente por vía digestiva (diarrea, drenaje por fístula del intestino delgado, succión por vía del riñon (acidosis tubular renal).

La reacción general buffer que se produce en la acidosis metabólica es por consiguiente una caída en la concentración del bicarbonato, conduciendo a una disminución en el pH.

El mecanismo compensatorio inmediato es respiratorio, con una disminución secundaria del CO₂ plasmático. La reacción respiratoria compensadora está clínicamente caracterizada por una respiración profunda y sin pausa, respiración conocida como de Kussmaul. Una compensación completa por el componente respiratorio, raramente se logra, a menos que la acidosis metabólica sea muy leve. La corrección definitiva de la acidosis metabólica se produce por vía del riñón a través de la acidificación de la orina con una concomitante elevación del bicarbonato plasmático a una concentración normal.

La acidosis metabólica puede ser sospechada en la presencia de alguna enfermedad conocida que produce una ganancia de ácidos fuertes o pérdida del bicarbonato del LEC. Clínicamente el paciente mostraba respiraciones rápidas profundas y puede o no haber asociada una deshidratación.

La acidosis metabólica es confirmada por el hallazgo de una reserva debajo de 20 mEq/l en lactantes y 24 mEq/l en niños más grandes, a causa de su facilidad en obtenerlo, la reserva alcalina ha sido la más utilizada para cuantificar la severidad del imbalance ácido básico. Si hay dudas en cuanto al tipo de desequilibrio ácido básico el pH y la determinación de gases en sangre deberá ser obtenida.

CORRELACIÓN ENTRE EL PODER DE COMBINACIÓN DEL CO₂ Y LA SEVERIDAD DE LA ACIDOSIS METABÓLICA.

	Mediano	Moderado	Severo
Poder de combinación mEq/l	24-15	11-15	100 menos

Corrección de la acidosis metabólica.

La acidosis metabólica es corregida por la administración parenteral de soluciones "alcalinizantes". Las dos más comúnmente usadas son: el lactato de sodio y el bicarbonato de sodio.

El bicarbonato de sodio cuando es administrado parenteralmente es un agente buffer inmediato. El lactato de sodio es metaboizizado para liberar sodio, por consiguiente el lactato no deberá ser usado en cualquier estado de la enfermedad, que interfiera con el metabolismo del lactato.

Algunas de las condiciones que conducen a un metabolismo alterado del lactato son: enfermedades probadas o sospechadas del hígado o la insuficiencia hepática, incluyendo recién nacidos, prematuros, y la acidosis severa. Es igualmente importante recordar, que puesto que el bicarbonato de sodio, actúa como un agente buffer inmediato, al entrar a la circulación, el margen de seguridad de la solución es muy estrecho.

Hay muchos métodos para calcular el déficit de bicarbonato.

3-4 cc/kg de lactato de sodio elevan de 1 mEq la reserva alcalina.

En niños más grandes el mismo cálculo se aplicará excepto que 2 cc x kg será suficiente.

3.5 x kg x la diferencia entre el valor normal y el del paciente = a los centímetros cúbicos de lactato de sodio.

En la acidosis severa (CO₂ sérico de 10 mEq/l o menos) y en la presencia de insuficiencia hepática o estados hipóxicos deberá usarse el bicarbonato de sodio y se aplica la siguiente fórmula:

$(\text{CO}_2 \text{ mEq/l normal}) - (\text{CO}_2 \text{ mEq/l del paciente}) \times \text{K g} \times 0,2 =$
mEq de bicarbonato de sodio de déficit.

Estos cálculos están basados en el LEC del adulto el cual es un 20% del peso corporal, por consiguiente el exceso de corrección es improbable que ocurra.

De un punto de vista práctico 20 cc x kg de bicarbonato por kilo elevan 5 mEq - la reserva alcalina y 30 cc x Kg elevan entre 7 y 9 mEq la reserva alcalina.

La alcalosis metabólica.

En la alcalosis metabólica el agente etiológico primario en todos los casos es la ganancia de una base fuerte o la ganancia de bicarbonato en el L.E.C. La pérdida de ácido clorhídrico debido a vómitos constituye la principal causa de la alcalosis metabólica, en Pediatría la estenosis pilórica es la enfermedad más común. Una causa menos frecuente es la sobrecarga exógena de bicarbonato dada al paciente.

El mecanismo compensatorio inmediato en la alcalosis metabólica es la elevación de CO_2 plasmático lo cual se logra por la disminución de la frecuencia y profundidad de la respiración. De nuevo como en el caso de la acidosis, una compensación completa por el mecanismo respiratorio raramente se logra. La compensación completa se hace por mecanismos renales. En la alcalosis metabólica el poder de combinación de CO_2 está elevado y puesto que la alcalosis metabólica es usualmente el resultado de vómitos hay disminución en el cloruro (alcalosis hipoclorémica) por la pérdida de iones H^+ y Cl^- del contenido gástrico.

CORRECCIÓN DE LA ALCALOSIS METABÓLICA.

La corrección de la alcalosis metabólica producida por vómitos persistentes puede ser lograda por el reemplazo del déficit de Cl^- y administrando suficiente K^+ . El déficit de cloruros puede ser calculado por la siguiente fórmula:

$(\text{Cl sérico normal}) - (\text{cloro sérico de paciente en mEq/l}) = \text{cloro déficit}$
en mEq/L. Para encontrar el número total de mEq/L se multiplica este número (déficit) por el volumen de LEC en litros. En el recién nacido deberá ser calculado sobre la base de 35% del peso corporal, se multiplica x 0.3.

Después de los dos años se multiplica por 0.2. El déficit de cloruro puede ser corregido por la administración de solución salina normal, con potasio. En pacientes severamente alcohólicos la administración de cloruro de amonio 1/6 molar se puede usar — se recomienda que cuando se use cloruro de amonio, sólo se inyecte la mitad de la cantidad calculada en un período de 2-6 horas. Para evitar el peligro de la toxicidad del amonio, no debe ser usado en insuficiencia hepática.

DÉFICITS DE POTASIO

Los déficits de potasio corporal se producen casi enteramente a expensas del líquido intracelular, porque el 98% del potasio del cuerpo está en ese compartimiento, la concentración del potasio en el líquido extracelular es normalmente baja cuando se compara a los del líquido intracelular, por consiguiente la corrección rápida del déficit total de potasio no pueden ser logradas sin au-

mentar las concentraciones plasmáticas de este ion a niveles peligrosos. El potasio es administrado y sin tener en cuenta la severidad de los déficits pre-existentes, la concentración total de este ion en los líquidos administrados no deben exceder de 35 mEq/l (3.5 mEq%).

En concentraciones mayores pueden resultar en un paro cardíaco. La administración de potasio no deberá comenzarse hasta que una función renal adecuada se haya establecido.

La deficiencia de potasio como resultado de no administrarlo durante la terapia parenteral se manifiesta por debilidad muscular íleo intestinal, disminución de la capacidad de concentración renal, y alcalosis persistente, una severa hipopotasemia se puede acompañar de tetania. Las sales potásicas de penicilina contienen 1.3 mEq de potasio por millón de unidades, por consiguiente cuando se dan grandes cantidades de penicilina, la administración de potasio deberá ajustarse..

SECUENCIA CRONOLÓGICA DE LA TERAPIA LIQUIDA

El objeto de la terapia líquida es proveer agua, electrolitos y calorías para corregir déficits pre-existentes, dar las necesidades de mantenimiento y administrado en tal secuencia que lleve a una restauración segura y ordenada de las pérdidas. Por eso es útil dividir la terapia parental en 2 fases distintas.

1.—Fase cuyo objetivo es restaurar la integridad circulatoria.

2.—Fase, cuyo objetivo es la restauración parcial de los déficits de agua y sodio del líquido extracelular y la corrección parcial de los trastornos ácido-básicos. Hay razones profundas, razones fisiológicas para esta secuencia. El shock inminente ya establecido, es el mayor peligro para la vida y por tanto se necesita de la atención más urgente, además la restauración del volumen sanguíneo conduce a una adecuada función renal, sin la cual los ajustes finos necesarios para una adecuada y completa restauración de los líquidos corporales, volumen y composición, no es posible.

FASE I. En los niños severamente deshidratados, los déficits deberán ser administrados en las primeras 8-12 horas.

Generalmente se produce algún grado de oliguria.

Se inicia la terapia con una solución hidratante, sin potasio que puede ser una solución salina normal al 1/3 (50-55 mEq/L de sodio y cloro) es decir una parte de solución fisiológica y dos partes de glucosa.

O se puede usar la solución salina al 1/2 (75 mEq/l de sodio y cloro). La mitad solución fisiológica y la mitad dextrosa al 5%.

La cantidad es 20 cc x kg para pasar esta cantidad en 45 minutos a 1 hora.

Con esto se logra una reexpansión del volumen plasmático y se restablece la perfusión renal. Si el paciente no orina al terminar la solución hidratante, se continúa con ella, según los cálculos que se han hecho de los déficits, hasta que el paciente orine.

Por ejemplo un niño de 5 kg con deshidratación del 10% se calculan de déficits 100 cc x kg = 500 cc.

20 ce x kg en 1 hora = 100 ce de 3a solución al 1/3. Si no orina se continúa con la solución al 1/3 = 400 ce. 500-100 (que se administra rápidamente) = 400 ce que se administran a un goteo más lento en las siguientes 6-8 horas. Se puede repetir una dosis hidratante 20 ce x kg de la solución al 1/3 para pasar en 1 hora. El objetivo clínico de la Fase I es la micción.

En caso de acidosis se utiliza el bicarbonato 1/6 molar, la mitad de la dosis calculada resulta en glucosa. Si el shock es intenso puede usar la solución salina normal, sin diluir 20 ce x kg en 1 hora o la solución Ringer-Lactato x 20 ce x kg en 1 hora, no se usa inicialmente sangre.

Si el shock persiste a pesar del uso rápido de estas soluciones se puede usar sangre 10-20 ce. x kg o plasma 10 ce x kg.

CALCULO DE LOS DÉFICITS

Grado de deshidratación	H ₂ O x kg	Na-mEq	Kg	Cl
5	50 cc	4	3	3
10	100 cc	8	6	6
15	150 cc	12	9	9

El cálculo de agua y electrolitos se hace por el peso en kilos.

Fase II. Una vez que la integridad circulatoria ha sido restablecida la siguiente fase consiste en restaurar los déficits preexistentes, déficits de volumen y electrolitos, así como también una corrección parcial o completa del estado ácido-básico.

En la mayoría de los casos, en ese momento el paciente está listo para la iniciación de la fase II, los exámenes de laboratorio, ya están listos para dar al médico la oportunidad de confirmar su impresión clínica y la cantidad y severidad del trastorno ácido-básico, así como el tipo de deshidratación presente, además se tiene una idea del estado de la función renal por los niveles de urea. Aunque la uremia prerrenal puede ocurrir secundaria a la deshidratación los valores de urea superiores a 100 mg% o más altos, no siempre se pueden explicar en base a la deshidratación y deberán alertar al médico sobre la posibilidad de una enfermedad renal preexistente. Aunque la cantidad y composición de las soluciones a ser administradas durante la fase de remplazo hallan sido calculadas, se deberá recordar que éstas sólo son estimaciones y que la mejor evidencia de una adecuada terapia líquida es el paciente, sin importar, con que exactitud los líquidos hayan sido calculados. El paciente deberá ser cuidadosamente vigilado, mientras se administran líquidos y la terapia deberá reajustarse en cualquier momento de acuerdo a la respuesta del paciente. Debido a que el cambio de peso es la mejor evidencia del grado de rehidratación obtenida, es necesario que todos los niños que reciben líquidos, sean pesados por lo menos una vez cada 24 horas.

Puesto que pueden producirse pérdidas de líquidos, durante la terapia, es necesario que la eliminación urinaria y el volumen de los líquidos removidos por intubación u otros medios, deben ser reemplazados durante las primeras 24 horas.

Errores en las cantidades o velocidad de administración pueden ser fatales para un niño. Por esto deben hacerse los mayores esfuerzos para hacer la terapia líquida lo más segura posible. Las siguientes indicaciones son útiles para lograr ese objetivo. Las órdenes del médico deben de ser escritas claramente, la cantidad y velocidad de la infusión deberá ser indicado en número de ce por hora como también gotas por minuto.

La cantidad total de una infusión única no deberá durar más de 6 horas.

La contaminación bacteriana de los líquidos a la temperatura ambiente aumenta con el tiempo.

Además el volumen de una infusión no deberá contener más de la mitad de la cantidad calculada en la terapia de reemplazo en niños grandes, y los lactantes, no deberán ser mayor que $1/4$ del total del requerimiento diario.