

Balance de líquidos y electrolitos en Cirugía

Dr. Luis Enrique Castro O.

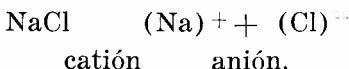
Al introducir el tema general del cuidado pre y post-operatorio con relación a los estudios sobre el balance de líquidos y electrolitos, volumen sanguíneo y estado de nutrición de los enfermos en general, parece apropiado traer a cuenta una anotación de los Dres. Lockwood y Randall del "Presbyterian Hospital of New York": "El cirujano está en la obligación de dominar en la terapéutica quirúrgica las aplicaciones prácticas de los métodos fundamentales de la bioquímica y de la fisiología. El cirujano que delega su responsabilidad en el cuidado pre y post-operatorio de los enfermos a su cuidado, está en grave peligro de no ser más que un técnico y no merece un sitio en la cirugía científica de hoy en día".

El cirujano está confrontado a la pérdida externa en forma rápida, de los líquidos orgánicos, con variaciones intercompartmentales entre los líquidos de los espacios intra y extracelular, etc. Aunque la mayoría de los enfermos ingresan al hospital con una función renal normal o al menos suficiente para proteger la reacción de la sangre como ocurriría en la deshidratación ordinaria, ellos están sujetos a alteraciones transitorias en la función renal debido al trauma y a la anestesia.

Para proceder con el estudio de la naturaleza de varias de las anomalías halladas en los líquidos del organismo es necesario familiarizarse con ciertos principios básicos de la física y química de los electrolitos. Por esta razón conviene adelantar un breve resumen de los términos más usados en esta discusión.

Cuando la mayoría de las sales que componen la estructura inorgánica de la porción no esquelética del organismo son colocadas en agua, se separan parcial o completamente en partículas

cargadas positiva y negativamente, las que se denominan iones. Las sales de sodio, potasio y magnesio que, constituyen la mayoría de la estructura electrolítica extra-esquelética, se disocian casi por completo al colocarlas en solución. Los iones cargados positivamente se denominan cationes y los cargados negativamente aniones. Por ejemplo,



En la terminología que usaremos las concentraciones de los varios electrolitos son expresadas en términos de miliequivalentes por litro en lugar de miligramos por 100 cc. de líquido. Un electrolito es cualquier sustancia que puesta en solución conduce una corriente eléctrica y es descompuesta por ella. Al discutir las concentraciones de los electrolitos son de capital importancia sus relaciones y las equivalencias de los unos con los otros, ya que en los líquidos del organismo de un individuo normal la suma de los iones cargados positivamente es constante e igual a la suma de los cargados negativamente.

Existe con frecuencia cierta reticencia por parte de los médicos a usar el término de miliequivalente. La visualización en diagramas de las alteraciones en el balance base-catión y ácido-anión facilita la comprensión del cuadro de la fisiopatología afectada. No se pueden relacionar las unidades de peso como miligramos o gramos % y toda comparación resulta difícil. Si hacemos referencia al diagrama de los diferentes compartimentos de líquidos se verá que cada compartimento se describe como una doble columna, la columna alcalina o de cationes está a la izquierda y la columna de ácidos o aniones a la derecha. En esta figura se vé la composición ácido-base del plasma, del líquido intersticial e intracelular cuyos detalles se explicarán detenidamente más adelante al tratar de la concentración de los electrolitos (Fig. 1).

Cada constituyente de la doble columna ocupa un espacio en la columna igual a su miliequivalencia por litro. Qué es un equivalente y qué constituye un miliequivalente? Es aparente que las concentraciones de iones deban expresarse en tal forma que un ión sea equivalente a otro y que la cantidad de iones en un peso dado de un material pueda ser calculado. Los términos *Equivalente* (Eq) y *miliequivalente* (mEq) satisfacen estos requisitos. Un Equivalente de cualquier ión es esa cantidad que lleva la misma

cantidad de carga eléctrica de un gramo de ión hidrógeno H^+ . Un equivalente es igual al peso molecular del átomo o molécula, dividido por su valencia o número de cargas por molécula.

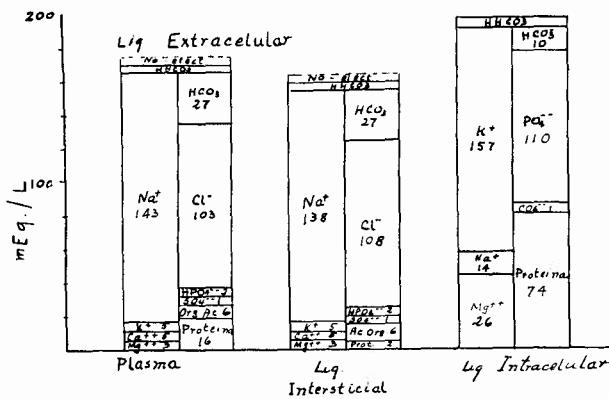


FIGURA 1

Peso molecular en gramos

$$1 \text{ Eq.} = \frac{\text{Peso molecular en gramos}}{\text{Valencia.}}$$

Un miliequivalente es la milésima (1/1000) de este valor y es el término corriente para expresar las concentraciones biológicas.

Peso molecular en miligramos

$$1 \text{ mEq.} = \frac{\text{Peso molecular en miligramos}}{\text{Valencia.}}$$

El peso molecular del NaOH en gramos es 1 gramo molécula. El peso molecular del NaOH es el de sus componentes, a saber: Na:23 + OH : 17 con un total de 40. Si se pesa el peso molecular del NaOH en gramos y se coloca en un litro de agua, la solución contendrá 1 gramo molécula de NaOH (gms 40) y será llamada una solución molar, la que contiene 1 molécula de NaOH. Si un gramo molécula de HCl o sea, H:1⁺ + Cl⁻ 36 gm es pesado y colocado en un litro de agua, tendremos una solución molar de HCl. Ahora bien, si 1 c.c. de la solución molar de NaOH es colocado con 1 c.c. de la solución de HCl, se neutralizarán el uno al otro aun cuando los pesos de las sustancias consideradas por unidad de vo-

volumen sean diferentes. Cada solución, sin embargo, contiene el mismo número de partículas activas por unidad de volumen.

El conocimiento de la ionización es requisito indispensable para entender la aplicación de los electrolitos y líquidos del organismo. Supongamos que se hace una solución de cloruro de sodio y se colocan los polos de una batería con su diferente potencial eléctrico en la solución, las partículas cloruro (anión Cl^-) migrarán hacia el polo positivo y las partículas sodio (catión Na^+) lo harán hacia el polo negativo. A estas partículas cargadas se las denomina iones como ya lo habíamos visto. El sodio es un catión y cualquiera otra partícula que se dirija al polo negativo es llamada catión. El cloruro es un anión y cualquier otra partícula que se dirija hacia el polo positivo es llamada anión. El signo $+$ indica catión y el negativo $-$ indica anión. Las moléculas que se disocian parcial o totalmente en sus iones son llamadas electrolitos. El ácido carbónico (H_2CO_3) se disocia parcialmente al paso que el NaCl lo hace en forma completa.

Los compartimentos de líquidos del organismo demandan una electroneutralidad y la suma de los cationes electropositivos en la columna de cationes (izquierda) y la suma de los aniones electronegativos en la columna de los aniones (derecha) debe ser igual y siempre hay un trabajo constante para preservar esta igualdad o neutralidad electrolítica. El uso del término miliequivalente por litro de solución o por litro de agua permite una visualización de las alteraciones anión-catión y es aplicable al uso diario de la clínica. Debe anotarse que el expresar el resultado de cloruros en el suero (Cl^-) en miligramos x 100 c.c. como cloruro de sodio es engañoso, en cuanto a que la concentración de Na^+ y Cl^- en el suero sanguíneo es diferente.

Cuántos miliequivalentes de Na^+ y Cl^- hay en 1000 c.c. de una solución de NaCl al 0.9%?

Peso Molecular Na^+	23
Cl^-	35.5

Peso molecular NaCl 58.5 gm.

Valencia Na^+ y Cl^- ; 1 cada una.

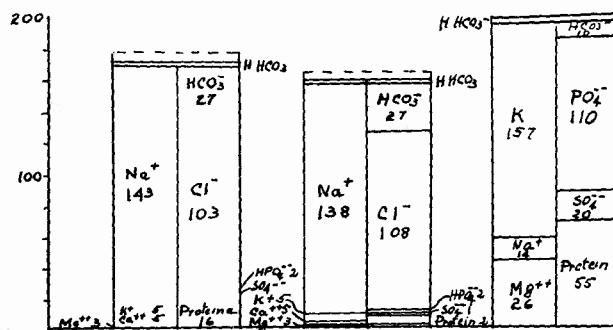
y 1 mEq. de Na^+ y Cl^- 58.5 mg. = 58.5 mg.

$$\begin{array}{l} 0.9\% \text{ NaCl} = 9.0 \text{ gm/L ó } 9000 \text{ mg/L.} \\ 9000 \text{ mg.} = 154 \text{ mEq/L.} \\ \hline 58.5 \text{ mg.} \end{array}$$

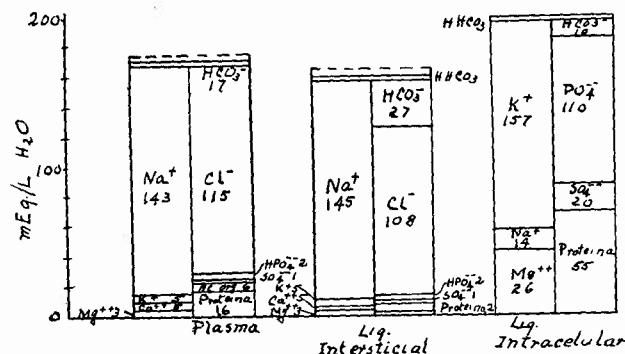
De donde hay 154 mEq de Na^+ y 154 mEq de Cl^- en 1000 c.c. de una solución al 0.9% de NaCl.

La solución salina fisiológica contiene 154 miliequivalentes/L. de sodio y cloruro, mientras que el suero sanguíneo contiene 142 y 103 miliequivalentes respectivamente. La concentración de cloruro en la solución salina isotónica es alrededor de un 50% más alta que en el suero sanguíneo. Así pues, la administración de solución salina isotónica tiende a aumentar el nivel de Cl^- y por consiguiente el HCO_3^- caerá para mantener la igualdad de la columna de aniones y cationes. Una elevación de 10 miliequivalentes por litro de Cl^- produce una caída de 10 miliequivalentes por litro de HCO_3^- a menos que el riñón excrete el exceso de cloruro que es lo que afortunadamente sucede. La concentración de HCO_3^- es de 27 miliequivalentes por litro normalmente y es obvio que una disminución de 10 miliequivalentes tiende hacia la acidosis, una acidosis de compensación. Vale aquí mencionar que clínicamente la acidosis y la alcalosis son casi siempre el resultado de un cambio en la concentración de el bicarbonato, de tal modo que un valor bajo de CO_2 indica acidosis y uno alto alcalosis. El método más simple para demostrar la presencia de una u otra es determinando el contenido total en CO_2 del plasma, por ejemplo, el CO_2 liberado a partir del HHCO_3^- y BHCO_3^- al añadir un ácido fuerte al plasma. (Fig. 2).

En un enfermo con acidosis metabólica resultante de una diarrea y de un déficit primario alcalino la administración de solución salina isotónica elevará el Cl^- pero teóricamente tiene poco efecto sobre el déficit de Na^+ . Los cationes dados tienen aniones que los neutralizan y de este modo no se corrige el déficit relativo de cationes perdidos en el líquido diarréico y que son los que están produciendo la acidosis metabólica. Está indicada una solución que contenga más sodio que cloruro, por ejemplo 1 litro compuesto de 2/3 de solución salina isotónica y 1/3 de una solución 1/6 molar de lactato de sodio. Al dar solución salina uno aumenta el volumen total pero no influencia la relación cation-anión para corregir la acidosis. El uso indiscriminado de solución salina isotónica puede conducir a la hipercloremia y a una mayor



a. Normal (antes de salina isotónica)



b. Despues de salina isotónica

FIGURA 2

acidosis ya que el exceso de anión Cl^- está pidiendo base utilizable a expensas del anión HCO_3^- (ver figuras 2 y 3). Posteriormente el exceso de Sodio puede desplazarse a la célula desplazando al potasio que se irá al líquido extracelular para ser excretado con un exceso de Cl^- . En esta forma se desarrollará una deficiencia de potasio.

Para la conversión de miligramos a miliequivalentes por litro basta dividir los miligramos por litro por el peso atómico y multiplicar por la valencia.

$$\begin{array}{lcl} \text{Na}^+ = \frac{\text{mgm } \% \times 10 \times 1}{23} & \quad & \text{Ca}^{++} = \frac{\text{mg } \% \times 10 \times 2}{40} \\ \text{K}^+ = \frac{\text{mg } \% \times 10}{39} & \quad & \text{Cl}^- = \frac{\text{mg } \% \times 10}{35.5} \end{array}$$

PESOS MOLECULARES Y VALENCIAS DE ALGUNOS DE LOS IONES

Cationes	Peso Molecular	Valencia	Jeso Equivalente
H^+	1	1	1
Na^+	23	1	23
K^+	39	1	39
Ca^{++}	40	2	20
Mg^{++}	24	2	12

Aniones

Cl^-	35.5	1	35.5
$(\text{HC0}_3)^{-}$	61	1	61
$(\text{HP0}_4)^{--}$	96	2	48
$(\text{SO}_4)^{--}$	96	2	48

La tradición ha conservado la expresión de volúmenes por ciento al expresar la cantidad liberada de CO_2 del plasma al añadir un ácido. Desde que el CO_2 existe en su totalidad como ión $(\text{HC0}_3)^-$ y su efecto iónico depende de su carga negativa, puede igualmente expresarse como miliequivalentes por litro de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$\text{Vol \% CO}_2 = \text{ mEq por litro (HCO}_3 \text{)} -$$

2.2

La equivalencia de proteínas como miliequivalentes por litro se obtiene multiplicando gramos proteínas por 100 c.c. por el factor de Van Slyke 2.43.

$$\text{Gm/100 c.c.} \times 2.43 = \text{mEq de proteínas en el plasma.}$$

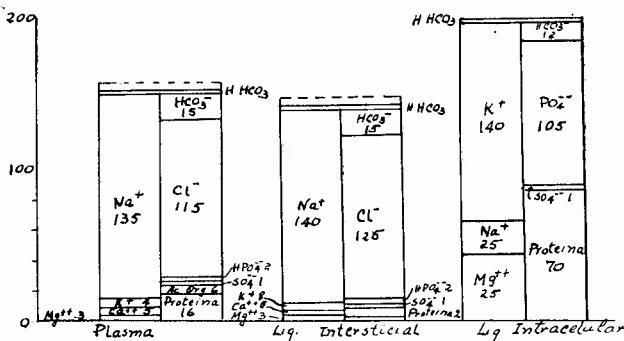


FIGURA 3

Ciertas sustancias en el plasma, líquido intersticial, etc., no se disocian en iones, sino que permanecen intactas, tales son la glucosa (peso molecular 180) y urea (peso molecular 60). Tienen un efecto osmótico pero carecen de carga eléctrica, mientras que los iones electrolitos individualmente poseen tanto una carga como un efecto osmótico de acuerdo con su concentración.

DIVISIONES FUNCIONALES DE LOS LIQUIDOS DEL ORGANISMO: CONCENTRACIONES Y VOLUMENES NORMALES.

Al estudiar el balance de líquidos y electrolitos es importante conocer la distribución normal del agua y de los electrolitos y el tamaño de los compartimentos mayores de líquidos.

Agua total del organismo.—El agua del cuerpo se ha estimado entre un 50.3% a un 75% del peso del cuerpo con un promedio del 70%. Sin embargo, estudios recientes utilizando agua pesada y antipirina han mostrado que el agua total en el adulto oscila entre 50.3% a un 61.8% del peso del cuerpo. En infantes y niños, Friis-Hansen y colaboradores empleando simultáneamente agua pesada y antipirina han hallado que el agua total varía entre 70 y 83% del peso del cuerpo en el recién nacido.

Tamaño de los compartimentos.—Los líquidos del organismo pueden dividirse en dos partes mayores, el espacio extracelular líquido y el intracelular. El espacio extracelular está constituido del líquido intravascular (plasma) y del extravascular (intersticial). El tamaño del espacio extracelular depende de los métodos de medida utilizados, pero en general se considera como equivalente a un 20% del peso del cuerpo. Crandall y colaboradores usando tiocianato de sodio, describieron el espacio extracelular en el hombre como equivalente a un 24.2% del peso del cuerpo. Una cantidad conocida de esta sustancia es inyectada en el torrente circulatorio. Se difundirá rápidamente a través del compartimento extracelular sin penetrar al compartimento intracelular. Después de que se establece el equilibrio, lo que toma aproximadamente una hora en un individuo normal, se obtiene una muestra de sangre y se determina el nivel de tiocianato en el plasma. En esta forma puede calcularse el volumen del líquido extracelular. Desde el punto de vista práctico se considera al líquido extracelular como que representa un 20% del peso del cuerpo, o sea, aproximadamente, 14 litros en un hombre de 70 kilogramos. De éste, el plasma representa un 5% del peso del cuerpo y el líquido intersticial un 15% del mismo. Al hallar la diferencia el líquido intracelular será de un 35 a un 45% del peso del cuerpo. La relación del volumen de

estos compartimentos es ilustrada en el diagrama siguiente:

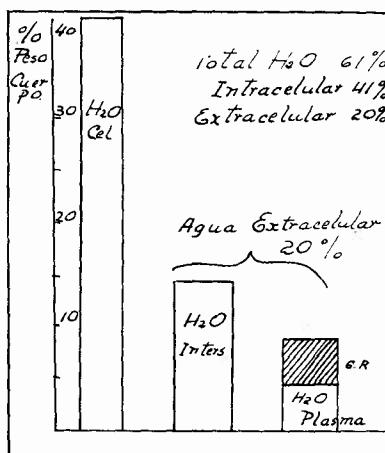


FIGURA 4

Concentración de electrolitos.—El plasma es el compartimiento que más fácilmente se puede analizar a causa de su fácil acceso con la punción venosa. La tabla que se da a continuación (tabla N° 4) contiene el promedio de las concentraciones de los iones electrolitos más importantes en el plasma sanguíneo.

TABLA N° 4

VALORES NORMALES DE LOS ELECTROLITOS EN EL PLASMA EN MILIEQUIVALENTES POR LITRO

	Valor promedio	Límites normales
Na ⁺	142	135-150
K ⁺	4.5	3.6-5.5
Ca ⁺⁺	5.3	4.7-5.8
Mg ⁺⁺	2.1	1.5-2.5
(HC0 ₃) ⁻	26.7	24.6-28.8
Cl ⁻	102.6	100-105
(SO ₄) ⁻	1.15	1.0-2.5
(HP0 ₄) ⁻⁻	2.0	1.5-2.5

La mayor diferencia entre la concentración de electrolitos en el plasma y en el líquido intersticial queda ilustrada en la gráfica N° 1 modificada de Gamble, la que igualmente ilustra la composición aproximada del líquido intracelular que está representado por el músculo estriado. La diferencia entre las concentraciones de electrolitos en los espacios intra y extracelular está esquematizada igualmente. En el plasma y líquido intersticial el catión dominante es el sodio, con pequeñas cantidades de potasio, magnesio y calcio. Los constituyentes ácidos son los aniones bicarbonato con 27 mEq/L., cloruro y en el plasma una cantidad insignificante de proteína. En el líquido intersticial la mayor diferencia consiste en que la concentración de sodio es aproximadamente un 5% más baja y la concentración de cloruro un 5% más alta de acuerdo con la ley del equilibrio de Donnan ya que la concentración de proteína es más baja. El líquido intracelular, por el contrario, nos muestra un contraste marcado siendo los cationes dominantes el potasio y el magnesio, al paso que los aniones están formados por el fosfato, sulfato y proteína con una pequeña cantidad de bicarbonato (10 mEq/L.) y virtualmente sin cloruro.

Antes de emprender cualquier intervención quirúrgica es aconsejable determinar los valores de electrolitos del enfermo. A causa de la gran variación de algunos de los valores normales es esencial un conocimiento de los promedios normales para poder evaluar los cambios en el estado del enfermo antes y después de la intervención y ciertas cifras como las del Na, K, Cl y Bicarbonato deben hacer parte del conocimiento de todo cirujano.

CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE BALANCE DE LIQUIDOS

El término "balance" indica un equilibrio entre dos o más cosas diferentes. La mantención del balance de líquidos y electrolitos requiere un conocimiento de los valores normales diarios de electrolitos y de líquidos ingeridos y eliminados que son indispensables para la economía del organismo. Por otra parte, deben considerarse las pérdidas anormales con su contenido en electrolitos y las deficiencias adquiridas antes de comenzar el tratamiento. El problema se divide en tres partes; 1^{a)}) La primera parte, la de *requerimientos básicos*, da respuesta a la pregunta: "Qué tengo yo que dar a un enfermo que se halla total o parcialmente

privado de ingestión oral, pero que por otra parte está en condición normal o relativamente normal? 2^{a)}) La segunda parte, la *pérdida dinámica*, da respuesta a la pregunta: "Qué pérdidas anormales tiene el enfermo como resultado de su enfermedad, procedimiento operatorio, o de ambos a la vez y qué se necesita para reemplazar estas pérdidas?

3^{a)}) La tercera parte, la llamada *deuda estática*, responde a la pregunta: "Qué deficiencias o excesos tiene el enfermo en agua, electrolitos y volumen sanguíneo en el momento en que se comienza a tratarlo?

La cantidad total diaria requerida de agua y electrolitos será la suma de los requerimientos básicos, mas la pérdida dinámica, mas una proporción de las deficiencias en agua, electrolitos y volumen sanguíneo. Una evaluación diaria, o aún más frecuente del estado del requerimiento básico y de la pérdida dinámica, junto con una evaluación crítica de las deficiencias al comienzo del tratamiento, capacitan al cirujano para comprender los problemas de cómo mantener una estructura normal o casi normal de los líquidos intra y extracelulares en el enfermo, antes, durante y después de una intervención quirúrgica.

REQUERIMIENTOS BASICOS

Al considerar los requerimientos básicos en líquidos parenterales para los enfermos es mejor abordar el problema analizando los tipos de pérdidas que ocurren cada día *normalmente* y al sumar estas pérdidas normales llegar al conocimiento de la *cantidad y clase* de líquidos necesarios para mantener el balance. Estas pérdidas constan de la orina, la pérdida ocasionada como resultado de la evaporación del agua a través del epitelio respiratorio en el proceso de la respiración y la pérdida por evaporación directa del agua a través de la superficie de la piel. La transpiración franca como tal, no es considerada entre las pérdidas básicas en el individuo normal. En general, y muy especialmente en el período post-operatorio, el cirujano desea ver un volumen urinario en exceso de 1000 c.c. en las 24 horas. Bajo condiciones ideales y de acuerdo con Gamble, los riñones son capaces de excretar una orina cuya concentración es aproximadamente cuatro veces la del plasma normal. Sin embargo, en el período post-operatorio la función renal no es normal, y además, la mayoría de los enfermos sometidos a grandes intervenciones qui-

rúrgicas son de edad avanzada, de tal modo que su función renal se halla disminuida por efecto del proceso de arterio-esclerosis y de una reducción de los nefrones funcionales. Al paso que todos los productos del metabolismo diario pueden ser excretados en 400 o 500 c.c. de orina, es mejor proveer para 1.000 o 1.200 c.c. en las 24 horas, en un individuo de 70 kilogramos.

Igualmente debe destinarse cierta cantidad para compensar la pérdida de la evaporación respiratoria y aquella proveniente de la evaporación a través de la superficie de la piel. Los estudios realizados en la Unidad Metabólica del "Presbyterian Hospital" han confirmado las observaciones de que se necesita una ingestión de 800 a 1000 c.c. por día para proveer por estas pérdidas insensibles. De esta cantidad, un 52% es estimado como la pérdida promedio por la evaporación respiratoria o aproximadamente 420 c.c. y el resto, o sean 380 c.c., representa la pérdida de la evaporación proveniente de la piel. Hay una variación hasta del 50% según los individuos.

Otra fuente de agua en el paciente en ayuno la constituye el agua preformada presente en los tejidos destruidos para suministrar calorías y el agua de oxidación formada por la combustión de estos tejidos y de las calorías administradas. El agua de oxidación da un promedio de 200 a 300 c.c. al día además de la pérdida de una cantidad igual proveniente del agua preformada cuando se suministra una cantidad mínima de carbohidratos. Estos 400 c.c. de agua agregados a lo ingerido y eliminado, son reflejados en la pérdida de un peso equivalente.

Requerimiento total de agua.—Si se calcula en 800 a 1000 c.c. la pérdida insensible total en las 24 horas, es aparente que la cantidad de agua que debe darse será entre 1.800 y 2.500 c.c. para así prevenir la deshidratación y asegurar el balance de agua.

Requerimiento de Electrolitos: NaCl.—Además del agua básica es necesario considerar los requerimientos mínimos de electrolitos. Un análisis de 35 dietas en el período pre-operatorio de 28 enfermos reveló los datos esbozados en la tabla N° 5.

TABLA N° 5

CONTENIDO EN SODIO, POTASIO Y CLORURO.

Promedio de Calorías ingeridas— 35.36 calorías por kilo

(Peso promedio de los enfermos: 61.94 kg.

Ingestión de Proteínas— 85 gramos por día.

Ingestión	Promedio en las 24 horas
Na ⁺	98.86 mEq
K ⁺	77.39 mEq
Cl ⁻	113.99 mEq

Estos datos muestran que la ingestión promedio de sodio fué de 100 mEq, la de cloruros de 115 mEq, y la de potasio de 77 mEq en las 24 horas. En términos de sal como NaCl, la ingestión de sodio representa aproximadamente 6 gramos al día. Como la cantidad normal de sodio incluida o añadida a los alimentos es de 5 a 10 gramos al día y como se ha demostrado que los enfermos en el post-operatorio inmediato son incapaces de excretar grandes cargas de iones sodio y cloruro, es mejor limitar la ingestión de sodio y cloruro a 2/3 de la cantidad diaria normal. Se provee adecuadamente a esta necesidad suministrando un máximum de 500 c.c. de una solución isotónica de cloruro de sodio al 0.9% en las 24 horas. Esta cantidad se deducirá de los 1.500 a 2.500 c.c. destinados al día y el resto será copado con soluciones que no contengan electrolitos.

Requerimiento de glucosa.—Se ha probado plenamente que 100 gramos de glucosa en las 24 horas disminuyen la cantidad de nitrógeno perdido, en el enfermo en ayuno, en un 50%. Conjuntamente, esta cantidad de glucosa disminuyó la retirada de agua del organismo y la excreción renal. Por lo tanto se concluye que 100 gramos de glucosa constituyen una parte esencial de los requerimientos básicos de cada enfermo. En experiencias realizadas por Elman si se aumentaba la cantidad de glucosa administrada a 200 gramos la disminución de la pérdida de nitrógeno era insignificante. Experiencias realizadas por Werner y colaboradores han mostrado que en procedimientos quirúrgicos relativamente menos severos, tales como colecistectomías, es posible evitar por completo la pérdida nitrogenada por medio de la administración de soluciones que contienen 30 a 35 calorías por kilo de peso al día. Para suministrar tal número de calorías se necesita la administración de 3.000 a 5.000 c.c. de mezclas de dextrosa al 10% y de amino ácidos al 10% junto con electrolitos; o una combinación de dextrosa, ácidos aminados y alcohol con un volumen mínimo de 3.500 c.c. como lo ha propuesto Rice. Pero tal carga de líquidos en ausencia de otras pérdidas es más de lo que se requiere en el postoperatorio de un enfermo. La administración de

soluciones hipertónicas de dextrosa al 10% o de amino ácidos al 10% reforzados con la cantidad mínima de electrolitos requeriría muchísimas horas. No se utiliza la glucosa cuando se administran más de 0.5 a 0.7 gramos por kilogramo por hora y la administración rápida de ácidos aminados y alcohol produce reacciones secundarias indeseables.

TABLA N° 6

**REQUERIMIENTOS BASICOS DE LIQUIDOS
PARA UN ADULTO DE 70 KGS.**

Eliminación que debe reemplazarse, H2O:

Pérdida insensible	800 a 1.000 c.c.
Orina	800 a 1.500 c.c.
	1.600 a 2.500 c.c.

Electrolitos:

Sin pérdidas anormales o déficits mayores:

Na 76 mEq y Cl⁻ 76 mEq (500 c.c. de 0.9% NaCl) máximo, más 30 a 40 mEq. de K (2 a 3 gramos de KCl).

Calorías:

100 gramos de glucosa al día a lo sumo.

Calorías añadidas y amino ácidos si se desea.

Vitaminas:

Complejo B, Vitamina C, algunas veces Vitamina K.

Otros Iones.—Gran importancia está adquiriendo la administración de iones diferentes del Na⁺ y Cl⁻ en cuanto que los estudios metabólicos realizados hasta el presente ilustran su importancia en la economía del organismo. Un ión esencial es el potasio. Se ha hecho bastante aparente que la administración profiláctica de una mitad de la cantidad normal ingerida ordinariamente prevendrá las deficiencias que anteriormente se presentaban en los enfermos operados. Una mitad de la ingestión diaria normal de potasio equivale a 30 o 40 miliequivalentes del ión potasio. Esto se puede llevar a cabo dando soluciones que contengan potasio como KCl. Por lo tanto, en los requerimientos básicos deben incluirse de 30 a 40 miliequivalentes de potasio en las 24 horas. Existen ciertas contraindicaciones definitivas a la administración de potasio las que serán discutidas al hablar de la deuda

estática. Un resumen de los requerimientos básicos es dado en la tabla N° 6.

Ciertos factores alteran los requerimientos básicos. Como regla general se puede decir que aquellos factores que aumentan el metabolismo exageran los requerimientos y todos aquellos que deprimen el consumo de oxígeno disminuyen los requerimientos. (Tabla N° 7).

En los adultos el requerimiento básico de agua es de 35 a 45 c.c. por kilogramo por día al paso que en los infantes aumenta a 150 c.c. por kilogramo por día como resultado del menor tamaño y de un metabolismo aumentado. En los adolescentes se darán 50 c.c. por kilogramo por día. La fiebre aumenta la pérdida insensible por evaporación a través del aparato respiratorio y aumenta el metabolismo. Por cada 3° de elevación de la temperatura es necesario dar 500 c.c. de líquidos.

Hay dos factores especiales que disminuyen los requerimientos básicos. El primero lo constituye una expansión aumentada y generalizada del líquido extracelular como sucede en la insuficiencia cardíaca en donde hay restricción de sal y de líquidos por regla general. El segundo lo constituye la insuficiencia renal aguda con marcada oliguria, tal como se ve en casos de *prolongada hipotensión* o después de la *transfusión de sangre incompatible*. En este último caso los requerimientos básicos deben reducirse a reemplazar la pérdida insensible (800 a 1.000 c.c.) y los electrolitos, y el agua de la orina deberá reemplazarse *cuantitativamente tanto* en las fases oligúrica y diurética.

TABLA N° 7

FACTORES QUE ALTERAN LOS REQUERIMIENTOS BASICOS

Aumentan	Disminuyen
Tamaño (grande)	Tamaño (pequeño a excepción de los infantes)
Juventud	Vejez.
BMR	BMR
Fiebre	Insuficiencia Cardíaca
	Oliguria Renal.

PERDIDA DINAMICA: PERDIDAS EXTERNAS Y DESPLAZAMIENTOS DE LOS LIQUIDOS INTERNOS

La segunda parte del balance de líquidos está representada por la pérdida dinámica. Esta incluye tanto las pérdidas externas anormales de agua y electrolitos como aquellas pérdidas temporales funcionales que resultan del desplazamiento de los líquidos dentro del organismo. Estos diferentes procesos tienen lugar durante el tratamiento y se miden en las botellas de drenaje o se reflejan en el estado variable del enfermo, en contraste con las deficiencias pre-existentes que se considerarán aparte bajo el encabezamiento de deuda estática. Esta pérdida dinámica se refiere pues a la pérdida de líquido extracelular que ocurre con el uso de los tubos de Levin, Miller-Abbott; con las fistulas intestinal, biliar y pancreática, etc.

Respuesta a la operación.—Como resultado del traumatismo, operación y anestesia, se precipitan una cadena de eventos que han sido descritos por Selye bajo la denominación general de la *reacción de alarma*. Los de importancia inmediata al cirujano son los siguientes: Desplazamiento de los líquidos intracompartmentales, retención transitoria de agua acompañada por una retención aún mayor de los iones Na^+ y Cl^- y una pérdida en exceso de potasio y nitrógeno, siendo la pérdida de potasio intracelular mayor en relación con la de nitrógeno.

El aumento del agua extracelular se inicia en el momento mismo de la intervención quirúrgica y alcanza su máximo alrededor del segundo o tercer día post-operatorio. En enfermos observados en la unidad metabólica del "Presbyterian Hospital of Ne York" hubo una expansión del espacio extracelular que oscilaba entre los dos y tres litros. En algunos enfermos se presentó igualmente un aumento, más allá de todo balance, en el sodio disponible. Lyons y sus colaboradores señalaron un aumento del espacio extracelular y del volumen del plasma de un 15%, con una caída del cloruro sanguíneo (Cl^-) alrededor del tercer día post-operatorio, como una respuesta normal en el período postoperatorio.

La expansión del agua del espacio extracelular comienza a resolverse al tercero o cuarto día postoperatorio en los procedimientos quirúrgicos de menor gravedad, como se puede juzgar por el balance del sodio y la eliminación urinaria, y puede persis-

tir una semana o aún más si se trata de un procedimiento mayor de cirugía, particularmente si se presentan complicaciones post-operatorias. Esta retención post-operatoria de sodio fué la que se observó ser la causante de una excesiva expansión del agua del espacio extracelular con formación de edema en enfermos a quienes se les suministró grandes cantidades de cloruro de sodio por encima de las pérdidas experimentadas, en el período postoperatorio inmediato. Esto llevó a Coller a afirmar que los enfermos eran intolerantes a la administración de cloruro de sodio en el postoperatorio.

PERDIDAS PROVENIENTES DEL TRACTO GASTRO-INTESTINAL

Las mayores pérdidas externas de líquidos que conciernen al cirujano son aquellas provenientes del tracto gastro-intestinal. La tabla Nº 8 modificada de Abbott, indica los volúmenes normales de secreción dentro del tracto gastro-intestinal, en un período de 24 horas. Las secreciones totales provenientes del tracto gastro-intestinal equivalen a cuatro veces la ingestión normal de líquidos. En ciertos estados patológicos se exceden estas cifras. No es raro observar una eliminación de 1.500 a 1.800 c.c. de bilis en el postoperatorio inmediato después de la decompresión de un coledoco y se ha observado un drenaje proveniente de una fistula pancreática en la vecindad de los 2.000 c.c. diarios.

TABLA Nº 8

SECRECIONES DEL TRACTO GASTRO-INTESTINAL POR DIA

Tipo	Volumen	Carácter
Saliva	1.000-1.500	Hipotónica-Alcalina
Jugo Gástrico	2.500	a. Altamente ácido b. Neutro, mucoide.
Bilis	700-1.000	Isotónica, alcalina
Jugo Pancreático	1.000 +	Isotónico, muy alcalino.
Intestino Delgado	3.000	Ligeramente hipotónico, con aumento de cloruro (Cl^-) hacia el íleo intestinal.
	8.000-10.000	

El líquido gastro-intestinal no solamente representa una pérdida en agua que debe ser reemplazada *volumen por volumen*, sino que lo es igualmente de electrolitos. Las características de los electrolitos perdidos provenientes del tracto gastro-intestinal han sido objeto de mucho estudio. Observaciones anteriores habían indicado que las secreciones gastrointestinales eran aproximadamente isotónicas, lo que dió origen a la idea de que se podían reemplazar con una solución salina isotónica. Esta solución está justificada si la función renal es normal, si los riñones pudieran discriminar entre los diferentes iones necesarios para el reemplazo y si pudieran excretar una orina hipertónica. Esta selectividad renal se halla alterada en el enfermo grave, antes y después de la operación, y como tal es necesario un reemplazo del drenaje proveniente del tracto gastro-intestinal en forma más cuantitativa.

CONCENTRACION DEL DRENAJE DEL TRACTO GASTRO-INTESTINAL

Un análisis detenido de los drenajes provenientes del tracto gastro-intestinal en enfermos operados han demostrado que el promedio no es isotónico sino hipotónico, en cuanto se refiere al sodio y cloruro. Las diferencias marcadas en los diversos tipos de electrolitos perdidos dependen de la *localización* del punto de drenaje dentro del tracto gastro-intestinal. La *tabla N° 9* da las concentraciones de electrolitos halladas en muestras del tracto gastro-intestinal en enfermos operados, según los estudios realizados por los Dres. Lockwood y Randall.

TABLA N° 9

PERDIDAS GASTRO-INTESTINALES, MILIEQUIVALENTES POR LITRO

Gástrico	Promedio	59.0	9.3	89.0
(Ayunas)	Límites	6.0-157	0.5-65.0	13.2-167.2
130 muestras	2/3 casos	31.0-90.0	4.3-12.0	52-124
Intestino Delgado	Promedio	104.9	5.1	98.9
(Succión Miller-Abbott)	Límites	20.1-157.0	1.0-11.0	43.0-156.1
89 muestras	2/3 casos	72-128	3.5-6.8	69-127

			Na	K	Cl
Ileo (Sicción Miller-Abbott)	Promedio	116.7	5.0	105.8	
17 muestras	Límites	82-147	2.3-8.0	60.7-137.0	
7 enfermos	2/3 casos	91-140	3.0-7.5	82-125	
Ileostomía (Reciente)	Promedio	129.5	16.2	109.7	
25 muestras	Límites	92-146	3.8-98.0	66-136	
7 enfermos	2/3 casos	112-142	4.5-14.0	93-122	
Cecostomía	Promedio	79.6	20.6	48.2	
20 muestras	Límites	45-135	3.7-47.3	18-88.5	
9 enfermos	2/3 casos	48-116	11.1-28.3	35-70	

La concentración de electrolitos en el jugo gástrico varía ampliamente. Las secreciones más hipotónicas fueron halladas en aquellos enfermos de edad avanzada con anacidez y en éstos el sodio casi igualaba la concentración de cloruro; al paso que en enfermos con úlceras duodenales y obstrucción pilórica, el cloruro excedía al sodio en la proporción de tres a uno y se hallaron valores altos de cloruro. En este último grupo están indicadas las soluciones de cloruro de amonio como reemplazo para así evitar la administración excesiva de sodio. Cuando hay marcada regurgitación del intestino delgado, las pérdidas gástricas se asemejan a las del intestino delgado superior en su contenido en electrolitos.

El contenido de la parte superior del intestino delgado es ligeramente alcalino y un poco más de dos tercios isotónico en su concentración. Tanto las ileostomías médicas con el tubo de Miller-Abbott como las quirúrgicas, mostraron que en el ileo había una mayor diferencia en la concentración de sodio y cloruro. Las pérdidas en potasio fueron moderadas. Hubo un promedio de 9 mEq. por litro en el jugo gástrico y de 15 a 20 mEq. por litro en la parte inferior del intestino delgado y en el ciego. Estas pérdidas de potasio pueden asumir gran significación si el volumen de pérdida es grande.

La tabla N° 10 ilustra las concentraciones de electrolitos halladas en muestras provenientes del tracto biliar y de fistulas pancreáticas. La bilis fué casi equivalente al plasma en la concentración de electrolitos en cuanto se refiere al sodio, potasio y cloruro, y la relación de sodio a cloruro fué casi de 3 a 2. El jugo pancreático, por otra parte, con su alta alcalinidad mostró una relación de sodio a cloruro de 2 a 1, y la concentración de sodio fué

más alta que la hallada normalmente en el plasma. Las pérdidas en potasio fueron similares a las encontradas en el plasma.

TABLA N° 10

**PERDIDAS DEL TRACTO GASTRO-INTESTINAL,
MILIEQUIVALENTES POR LITRO**

		Na	K	Cl
Bilis	Promedio	145.3	5.2	99.9
22 muestras	Límite	122-164	3.2-9.7	77-127
12 enfermos	2/3 casos	134-156	3.9-6.3	83-110
Páncreas	Promedio	141.1	4.6	76.6
3 enfermos	Límites	113-153	2.6-7.4	54.1-95.2

Es indispensable un conocimiento exacto de los diferentes tipos de electrolitos perdidos provenientes del tracto gastro-intestinal, para poder remplazarlos adecuadamente. No es necesario un reemplazo cuantitativo cuando el drenaje proveniente del tracto digestivo es pequeño, en la vecindad de los 500 a los 1.000 c.c. por día, y cuando es de corta duración, de uno a dos días. En estos casos puede suministrarse un volumen adecuado de solución salina isotónica. En enfermos graves y en aquellos en los cuales los drenajes son abundantes o persisten por varios días, es necesario un reemplazo más cuantitativo. Al dar grandes volúmenes de cloruro de sodio en reemplazo del drenaje proveniente de una ileostomía reciente se podrá producir una acidosis clorurada como resultado de la pérdida excesiva de sodio si se la compara con la de cloruro. Por otra parte, la utilización de una solución isotónica de cloruro de sodio para reemplazar jugo gástrico un tercio isotónico en un enfermo con aclorhidria, es suficiente para causar el almacenamiento de grandes volúmenes de cloruro de sodio y una excesiva expansión del líquido extracelular.

Como claramente se ve, es necesario contar con un registro cuidadoso de lo ingerido y lo eliminado. Esto último impone la recolección de todo el material excretado en recipientes marcados que más tarde van a ser medidos por el personal de enfermeras. Sobra decir que para la recolección de todas las muestras sea exacta es requisito indispensable contar con la colaboración de un grupo de enfermeras inteligentes y despiertas. La enfermera

debe observar al enfermo por lo menos cada dos horas para registrar la transpiración aparente. Debe anotarse en la historia todo cambio de la ropa de cama o de las piyamas por exceso de transpiración. Deben anotarse cuidadosamente los volúmenes y tipos de líquidos administrados parenteralmente así como la cantidad de alimentos o de líquidos dados por vía oral. Se facilita la exactitud en las medidas al disponer de recipientes o probetas graduadas en c.c. colocadas en las cercanías del enfermo. El líquido usado para las irrigaciones de los tubos debe tomarse de una botella provista para tal efecto y cuyo volumen es conocido con anterioridad. Cada 12 horas se mide el volumen de lo eliminado y se anotará con exactitud en el cuadro de eliminación e ingestión.

Ya que una lesión dada no drena líquidos provenientes únicamente de un segmento del tracto gastro-intestinal, por ejemplo una lesión obstructiva de la parte superior del yeyuno; es esencial en el manejo de tales enfermos determinar la concentración actual de electrolitos tanto en el plasma como en el vómito u otros líquidos de drenaje, así como en la orina. Como ilustración de esta clase de determinación baste reproducir el balance del ión Cl— en el llamado “balance agua-cloruro” de un caso clínico (tabla N° 11).

TABLA N° 11

INGESTION

Vol c.c.	Tipo de líquido	Total Cl— mEq.
3.200	5% Dextrosa en agua. Parenteral	0
3.000	5% Dextrosa en NaCl. Parenteral	462
6.200	Totales	462

ELIMINACION

Vol c.c.	Tipo de líquido	Conc. de Cl. mEq.	Total Cl—.mEq.
1.200	Orina	34	41
1.000	Pérdida insensible	0	0
2.100	Aspiración Gástrica	57	120
1.700	Ileostomía	114	194
6.000	Totales		355

Como ya se anotó, las pérdidas insensibles pueden ser calculadas en 800-1.000 c.c. en ausencia de fiebre o transpiración sensible. En caso de fiebre alta se calcula en 1.500 c.c. y en 2.000 c.c. cuando haya que cambiar las ropas de cama debido a la transpiración. La pérdida de cloruro en la transpiración insensible es insignificante. Se puede estimar que se pierden 70 mEq. de Cl⁻ con cada 1.000 c.c. de sudor en exceso de 1.000 c.c. Si la pérdida se calcula en 3.000 c.c. la pérdida de Cl⁻ será equivalente a 140 mEq.

Si no se dispone de facilidades de laboratorio, una guía práctica para el reemplazo de las pérdidas provenientes del tracto gastro-intestinal está ilustrada en la *tabla N° 12*. La adición de cloruro de amonio al 0.75% facilita el reemplazo de una pérdida alta de cloruro gástrico sin la administración de una gran cantidad de sodio. Se ha demostrado que una orina persistentemente alcalina puede lesionar a los túbulos renales, aunque con toda seguridad es necesaria una deshidratación simultánea. En casos de diarrea, en cuanto más copioso sea el volumen del líquido perdido tanto más se aproxima en su composición electrolítica a la del ileo terminal.

OTRAS PERDIDAS EXTERNAS

Heridas abiertas.—Puede haber pérdida de agua y electrolitos por otras rutas distintas de las del tracto gastro-intestinal. Las causas más comunes de estas pérdidas son las *heridas abiertas* de cierta extensión y la *transpiración excesiva*. El material que proviene de la superficie de las heridas es similar al plasma en su composición y después del esfuerzo de los tejidos en las quemaduras, un 45% del sodio es perdido a través de la superficie de la herida y en algunos enfermos hasta un 90%, como ha sido demostrado por Moore y sus colaboradores. Todos ustedes recuerdan cómo después de una resección abdomino-perineal el apósito colocado en el interior de la herida perineal se satura de un material bastante similar al plasma en su composición y cómo se pueden perder al día de 500 c.c. o aún más de este material en los primeros días del post-operatorio. Para reemplazar las pérdidas provenientes de heridas abiertas se requiere agua, volumen por volumen y una concentración de electrolitos similar a la del plasma. La solución de Hartman es ideal para este objeto. Si hay

una pérdida extensa de proteínas es necesario reemplazarlas intravascularmente (plasma sanguíneo o sangre total).

Transpiración excesiva.—La pérdida por sudor es extremadamente variable tanto en la cantidad como en la concentración de electrolitos. En tiempos calurosos se pueden perder al día de 2.000 a 4.000 c.c. El sudor contiene de 30 a 70 mEq de iones de sodio y cloruro por litro y es hipotónico. Si el volumen del sudor aumenta, la concentración de electrolitos tiende a aumentar igualmente. La pérdida por sudor se estima pesando al enfermo diariamente y debe reemplazarse parenteralmente cubriendo la mitad con solución salina al 0.9% y el resto con soluciones que no contengan electrolitos, ya sea por vía parenteral u oral. El sudor puede contener menor cantidad de sal en el post-operatorio como lo ha demostrado Johnson.

Los cambios diarios en el peso del enfermo son muy útiles como un índice de los cambios totales en el estado de hidratación. A pesar de los esfuerzos que se hagan para medir y registrar la ingestión y eliminación de un enfermo, siempre se presentan inexactitudes en tales medidas. La pérdida insensible y la pérdida por transpiración solo pueden estimarse aproximadamente y la orina y los líquidos de drenaje se pierden muchas veces en las ropas de la cama. La hidratación y la reducción del edema pueden seguirse observando las alteraciones en el peso del enfermo. Las variaciones diarias en exceso de medio kilogramo son ciertamente debidas a pérdida o retención del agua en el organismo. Estas pérdidas o ganancias podrán así corregirse suministrando una cantidad mayor o menor del líquido indicado.

Deben encaminarse todos los esfuerzos a administrar los líquidos por la boca con preferencia a las rutas parenterales, siempre y cuando la enfermedad del enfermo permita el uso del tubo gastrointestinal.

TABLA N° 12

**PROPORCIONES DE LIQUIDOS PARENTERALES PARA EL
REEMPLAZO SEMICUANTITATIVO DE LAS PERDIDAS
DE LOS LIQUIDOS GASTROINTESTINALES**

	Dextrosa en agua	Dextrosa en salina	M/6 Lactato sódico	0.75% Cloruro Amonio
Promedio Succión Gástrica	33%	67%		
Ulcera	20%	30%		50%
Acidez Baja	67%	33%		
Intestino Delgado	20%	70%	10%	
Ileostomía	10%	75%	15%	
Bilis		67%	33%	
Páncreas		50%	50%	

Las pérdidas deben ser reemplazadas por estas soluciones volumen a volumen. Debe añadirse KCL en la proporción de 10 mEq. por litro.

DESPLAZAMIENTOS DE LOS LIQUIDOS INTERNOS

El agua y los electrolitos pueden perderse para la circulación y el espacio extracelular sin que en realidad hayan dejado al organismo mismo. Uno de los mejores ejemplos de esta situación lo constituye la quemadura. En el área quemada se acumula rápidamente una gran cantidad de líquido proveniente del edema con un contenido en electrolitos similar al del líquido extracelular junto con las proteínas que se escapan a través de las paredes capilares lesionadas. El área injuriada contiene grandes volúmenes de líquido, el que no está a la disposición del resto del organismo. Un área de infección aguda, particularmente dentro de las cavidades serosas, se comporta en la misma forma. El enfermo con peritonitis aguda o con un empiema tiene un área de injuria que corresponde muy cercanamente al tipo observado con las quemaduras. Este líquido acumulado dentro, pero no disponible al or-

ganismo, equivale a la creación de un *tercer espacio líquido*, si se considera al líquido intracelular como al primero y al líquido extracelular como al segundo compartimento fisiológico normal. Este tercer espacio, sea el resultado de las quemaduras, traumatismo o infección, reduce los compartimentos intracelulares y extracelular para satisfacer las demandas de su propia creación.

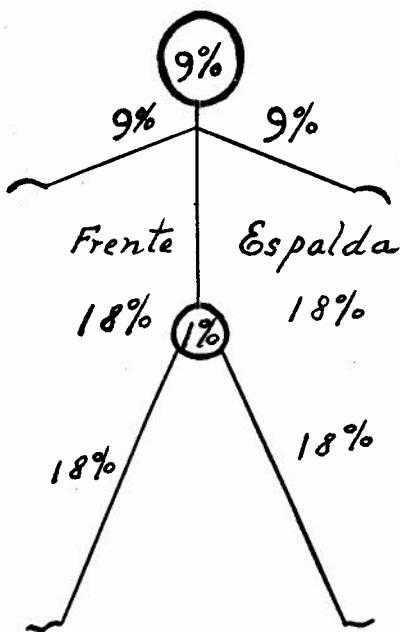


FIGURA 13

Como la composición del líquido del tercero espacio es igual a la del líquido extracelular y para combatir la deshidratación interna resultante, es necesario reemplazar la cantidad requerida como si se tratara del espacio extracelular y cuando la pérdida de proteína sea alta, habrá que dar plasma igualmente. Se han propuesto varias fórmulas en el caso de las quemaduras para la cantidad y clase de líquidos necesarios para mantener un volumen circulatorio adecuado. Las recomendaciones de Evans de dar 1 cc. de plasma o su sustituto y 1 cc. de solución normal salina por 1%

de la superficie del cuerpo quemada, por kilogramos de peso, es la más reciente. Para calcular la extensión de una quemadura en forma rápida, la regla del 9 constituye un método excelente. (Ver Fig. N° 13).

Después de removidas las ropas del quemado, se anota en

70 Kg. 39% Quemadura

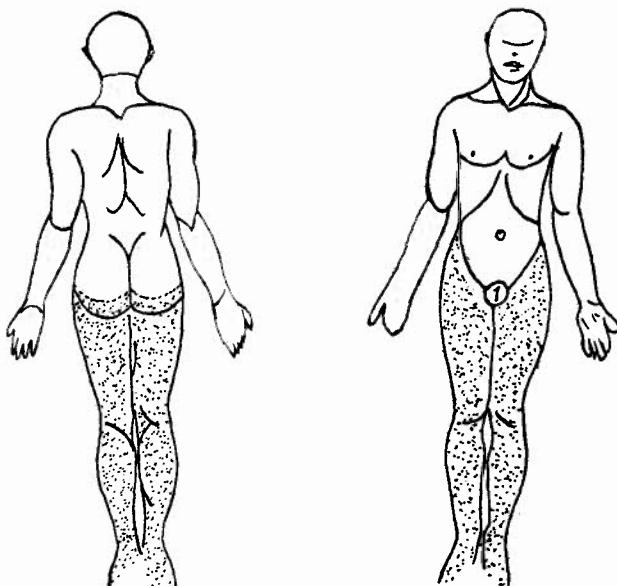


FIGURA 14

1er. día.

Coloide:	70	x	39	x	1	2.730 cc.
0.9% sal:	70	x	39	x	1	2.730 cc.
5% Glucosa en agua						2.000 cc.
Total						7.460 cc.

una gráfica la extensión de la quemadura y se obtiene el peso del enfermo. Durante el primer día se dan:

1 c.c. del coloide x porcentaje de la superficie del cuerpo que-

mada x Kg. de peso. + 1 c.c. de solución salina normal x porcentaje de superficie quemada x Kg. + 2.000 c.c. de glucosa al 5% en agua.

En el segundo día se da la mitad de plasma, sangre y electrolitos y la misma cantidad de glucosa. (Ver Fig. 14).

Si la quemadura es de un 50% o aún mayor, la administración de coloide y sal en el primero y segundo días es restringida a las

70 Kg. 72% Quemadura

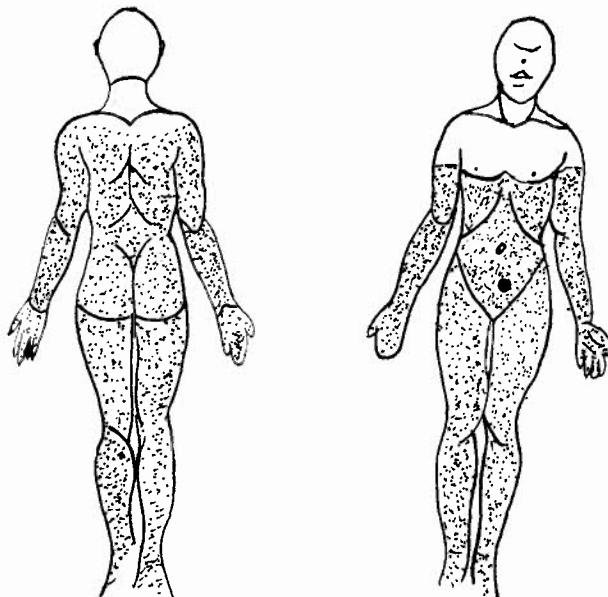


FIGURA 15

1er. día.

Coloide:	70 x 50 x 1	3.500 cc.
0.9% sal:	70 x 50 x 1	3.500 cc.
5% Glucosa en agua	2.000 cc.	
Total		9.000 cc.

cantidades que se dan para una quemadura de un 50% solamente. Antes de que se dé líquido alguno es necesario obtener un hema-

tocrito y el valor de la hemoglobina. No se empleará ningún anestésico ni se aplicará ninguna curación hasta tanto la condición del enfermo no sea satisfactoria. Las determinaciones de la eliminación urinaria cada hora y una valoración del contenido de hemoglobina guían el tratamiento del shock durante las primeras 72 horas. Se debe mantener la eliminación urinaria en la cercanía de los 25 a los 50 cc. por hora durante los dos o tres primeros días. En una quemadura grave la mayoría de las soluciones calculadas para el primer día serán dadas en las primeras 12 a 18 horas. Los enfermos con pequeñas quemaduras pueden recibir Dextran como coloide, pero aquellas con quemaduras extensas deberán recibir plasma, o sangre total.

Una peritonitis aguda generalizada se comporta como una quemadura de un 15 a 20% y requiere un tratamiento similar.

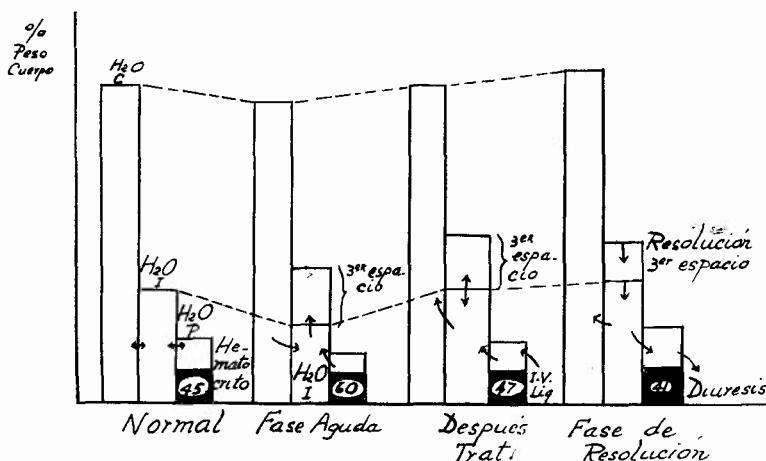


FIGURA 16

Deshidratación Interna.
Efecto del tercer espacio.

Se ilustran los efectos de la deshidratación interna por traumatismo o ileus con la creación de un tercer espacio líquido de agua no utilizable que deshidrata al plasma y a las células, disminuyendo el líquido intersticial disponible. La terapéutica de reemplazo restaura los volúmenes normales, y la resolución del tercer espacio puede expandir en exceso el líquido extracelular disponible. H₂O C es líq. intracelular; H₂O I, líq. intersticial y H₂O P líq. plasma

Al final de las 48 a las 72 horas en el caso de la quemadura y en un período más largo en el caso de las infecciones y trau-

matismos aplastantes, el tercer espacio comienza a resolverse. Cuando ésto ocurre debe detenerse la administración de líquidos y agua porque el enfermo va a obtener una autoinfusión de agua y electrolitos provenientes de la resolución del tercer espacio. El enfermo puede experimentar alguna dificultad en disponer de un espacio líquido extracelular sobreexpandido. La ingestión se limitará a los requerimientos básicos y la ingestión de electrolitos debe ser cortada mientras el enfermo experimenta una diuresis que disponga del líquido que ha retornado del tercer espacio.

El líquido almacenado en el intestino en casos de ileus produce una deshidratación interna. La concentración electrolítica de este líquido es igual a la del intestino delgado. Durante la fase aguda es necesario reemplazar parcialmente el líquido perdido dentro del intestino para así mantener el volumen circulatorio y el líquido extracelular dentro de niveles funcionantes. En un caso de ileus marcado pueden acumularse de 2.000 a 3.000 c.c. de líquido dentro del intestino. Si este material es drenado constituirá una pérdida externa, si no lo es, en el momento en que el intestino se recupere, el líquido será reabsorvido y suministrará el mismo tipo de restitución observado durante la fase resolutiva del enfermo con una quemadura. La figura N° 16 ilustra las varias fases del efecto del tercer espacio en términos de agua intracelular, líquido intersticial y volumen del plasma.

DEUDA ESTATICA: DEFICIENCIAS DE AGUA, ELECTROLITOS Y VOLUMEN SANGUINEO

Cuando se vé al enfermo por primera vez pueden ya existir deficiencias o excesos en el agua del organismo, en los electrolitos intra y extracelulares y en el volumen sanguíneo. Los excesos son por lo general el resultado de un entusiasmo exagerado en el tratamiento, pero pueden deberse a procesos patológicos como sucede en el exceso de líquido extracelular presente en la insuficiencia cardíaca, en el estado nefrótico de la nefritis o en el cirrótico. En resumen, tenemos las siguientes deficiencias:

1) *Agua*.—Extracelular e intracelular.

2) *Electrolitos*:

- a) Extracelular $[Na^+, K^+, Cl^-]$, $HC0_3^-$
- b) Intracelular K^+ , HPO_4^{2-} , Mg^{++} .

3) *Volumen Sanguíneo:*

- a) Masa Celular de Glóbulos Rojos,
- b) Volumen del Plasma.

1) DESHIDRATACION

El efecto de la deshidratación depende de la cantidad de agua perdida, de la velocidad a la cual ocurre esta pérdida y de la cantidad y tipo de electrolitos perdidos. En la deshidratación lenta tal como ocurriría en un enfermo con obstrucción del colon sigmoides con distención progresiva intestinal, la pérdida de agua y electrolitos estaría repartida entre el plasma, líquido intersticial y líquido intracelular. Aun cuando el volumen total de agua perdida puede ser considerable, el efecto sobre el enfermo no es tan señalado como ocurriría en una deshidratación más rápida. Clínicamente el enfermo aparece moderadamente deshidratado, la gravedad específica de la orina es alta, se pierde el brillo de la piel y el hematocrito, al no existir con anterioridad una anemia, nos va a mostrar una elevación moderada.

En la deshidratación rápida la pérdida de líquido y electrolitos se hace a expensas del plasma y del líquido intersticial. Tal es el caso de una oclusión aguda del intestino delgado con vómito, en que el enfermo puede deshidratarse en forma rápida en un período de 24 horas y tendrá un hematocrito marcadamente elevado y un volumen sanguíneo circulante altamente disminuido. La forma más rápida de deshidratación la constituye la pérdida directa del volumen circulatorio como resultado de una hemorragia. En la Fig. 17 se ilustran los varios tipos de deshidratación y la fuente del líquido comprometido, según un diagrama de Moore. Se anota no solamente el efecto de la deshidratación lenta, rápida y de la deshidratación por hemorragia, sino que así mismo se ilustra el efecto de la creación de un tercer espacio en las quemaduras o traumatismos.

Otro aspecto importante de la deshidratación es la velocidad relativa de pérdida de agua y electrolitos. Si el agua se pierde más rápidamente que los electrolitos como es el caso del enfermo sediento, la pérdida insensible de agua resulta en la concentración de los electrolitos del espacio extracelular. Habrá un tránsito de

agua intracelular al líquido del espacio extracelular y se producirá la secreción de una orina hipertónica que contiene una alta concentración de electrolitos del líquido extracelular para así restaurar el balance osmótico. Sin embargo, en la mayoría de las condiciones quirúrgicas la pérdida de electrolitos se hace más rápidamente que la de agua. Tal es el caso de un enfermo con diarrea que bebe grandes cantidades de agua pero que no reemplaza la pérdida electrolítica. Tal enfermo, y en un tiempo relativamente corto, desarrollará un estado de deficiencia electrolítica aguda, con deshidratación y una concentración deficiente de los iones de sodio y cloruro en el plasma, muy pronto sobrevendrá el colapso con hipotensión. Una situación bastante similar es la ob-

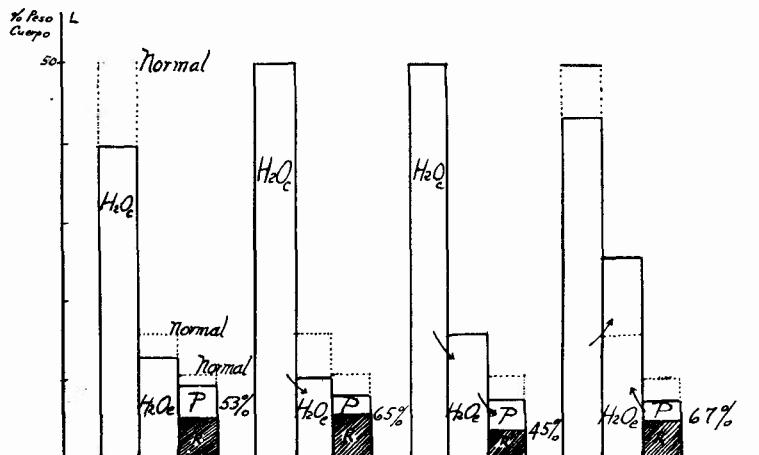


FIGURA 17

El efecto de la velocidad de deshidratación sobre el tipo de líquido perdido. H₂Oc es agua intracelular; H₂Oe líquido intersticial y P, plasma.

trucción de intestino delgado donde el enfermo vomita grandes cantidades de secreciones provenientes del tracto gastro-intestinal algo hipotónicas y bebe suficiente agua entre los episodios de vómito como para reemplazar parte del agua perdida. El tipo de deshidratación que más probablemente va a producir shock es este tipo hipotónico en el que hay una deplección tanto de agua co-

mo de electrolitos con predominancia de estos últimos. Como resultado habrá una disminución del líquido del espacio extracelular con una baja concentración de electrolitos en el líquido restante.

La composición de los líquidos que se necesitan para combatir la deshidratación depende de la rapidez con que se produce y de la extensión de la depleción electrolítica en los líquidos restantes. En la deshidratación lenta, es obvio que una gran proporción del agua perdida proviene del compartimento intracelular. Con el fin de restaurarla deberá darse agua, potasio y posiblemente fosfato y una pequeña cantidad de cloruro de sodio y bicarbonato para reemplazar el componente líquido extracelular. En la deshidratación más rápida el líquido es en su mayoría extracelular y se deberá suministrar agua y electrolitos según las proporciones en que se hallan en el espacio extracelular. Para obtener una expansión directa del líquido del espacio extracelular se puede emplear la solución de Hartman o una combinación en la proporción de 2/3 de solución salina isotónica y 1/3 de bicarbonato de sodio o M/6 de lactato de sodio. Sin embargo, en los casos de vómito pertinaz la pérdida de cloruro ocurre en exceso de la de sodio y la solución salina será el líquido de elección.

La valoración del estado del enfermo se hace considerando los siguientes factores:

- 1.—Impresión clínica; estado de la piel, tensión de los globos oculares, sequedad de la lengua, volumen urinario.
- 2.—Valores de Hemoglobina y de glóbulos rojos.
- 3.—Hematocritos seriados para descubrir la hemoconcentración ya que el volumen del plasma se halla disminuido en la deshidratación hipotónica.
- 4.—Gravedad específica de la orina.
- 5.—Volumen del plasma y de la sangre total.
- 6.—Volumen del espacio extracelular determinado por medio de la insulina.
- 7.—Azohemia o nitrógeno no proteico, para determinar la presencia o ausencia de retención de los productos finales del metabolismo proteico, o para descubrir hemorragia dentro del trato gastrointestinal.

8.—Las determinaciones de sodio, cloruro y potasio en el suero para evaluar la presencia de un déficit extracelular. Debe recordarse que los volúmenes y concentraciones extracelulares pueden no revelar los déficits en el compartimento intracelular a causa de mecanismos compensatorios.

9.—Los electrocardiogramas suministrarán evidencia de anomalías electrolíticas, particularmente con relación al potasio.

Como ya se dijo, en la *deshidratación aguda* el líquido perdido proviene en su mayoría del espacio extracelular. Para hallar el déficit existente en el *espacio extracelular* se pueden aplicar dos fórmulas:

$$\text{1.---Déficit} = \frac{(1 - \text{Hematocrito normal}) \times 0.2 \times \text{Peso en Kg.}}{\text{Hematocrito hallado}}$$

En un enfermo que pesa 60 Kg. y con un hematocrito del 60% se tendrá:

$$\text{Déficit liq. extracel: } (1 - 45) \times 0.2 \times 60 = 3 \text{ litros.}$$

60

Igualmente se puede usar esta otra fórmula:

$$\text{Déficit: } \frac{(1 - \text{Proteínas normales}) \times 0.2 \times \text{Peso en Kgs.}}{\text{Proteínas halladas}}$$

Esta última fórmula no puede aplicarse si la pérdida de líquidos ha venido ocurriendo por más de 36 horas.

Deuda estática y líquido intracelular.—Ya veíamos como la deficiencia puede estar en los espacios intra y extracelular. La pérdida que ocurre en el espacio intracelular debe ser igualmente reemplazada. Como los dos compartimentos no pierden líquido en la misma proporción, se han aceptado los siguientes valores como adecuados para cubrir la pérdida intracelular:

- a) En las primeras 24 horas: 1/2 del volumen del espacio extracel.

- b) A las 48 horas: Volumen del espacio extracelular.
- c) A las 96 horas: $2x$ (dos veces) el Volumen del esp. extracelular.

Ejemplo.—Supongamos que tenemos un enfermo de 60 Kgs. de peso con un déficit del líquido del espacio extracelular de 2.4 Litros, que ha estado vomitando durante 48 horas. La cantidad total de líquidos que deben suministrarse será:

1.—Requerimientos básicos	2.500 c.c.
2.—Pérdida Dinámica	2.500 c.c.
3.—Deuda Estática : 2.4 L. Espacio Intracelular	4.800 c.c.
2.4 L. Espacio Extracelular	
 Total	9.800 c.c.

Los 4.800 c.c. correspondientes a la deuda estática deben reemplazarse en un período de 48 a 72 horas y no inmediatamente como podría pensarse.

Restaurar déficit del Esp. Extralular con :	2/3 NaCl Normal (0.85% 1/3 M/6 Lactato de Sodio
Restaurar déficit del espacio Intracelular con :	Añadir K cuando la eliminación renal es normal. 5% Dextrosa/Agua.

2) *Deuda estática y Electrolitos.*—Es indispensable conocer los déficits de electrolitos de tal modo que puedan administrarse las soluciones indicadas en cada caso particular. Esto se obtiene conociendo la diferencia entre los valores normales de electrolitos (20% del peso del cuerpo o espacio extracelular en litros, multiplicado por los valores normales de electrolitos por litro) y los valores hallados de electrolitos.

Ejemplo.—Se trata de un enfermo de 53 kilos con los siguientes valores sanguíneos:

Cloruro (Cl^-) = 37 $\text{Na} = 140 \text{ mEq/L}$. $\text{K} = 5.6 \text{ mEq/L}$
 $\text{HCO}_3 = 125 \text{ Vol\%}$ (55 mEq./L.) N.P.N. = 181 Hematocr = 55
 Proteínas Plasma = 8.6.

Espacio Extracelular: $0.2 \times 53 = 10.6 \text{ L}$.

Déficit Esp. Extracelular: $1 - 42) \times 0.2 \times 53 = 2.7 \text{ L}$.

55

Espacio Extracelular en este enfermo: $10.6 - 2.7 = 7.9 \text{ L}$.

Cantidad Total de $\text{Cl}^- = 10.6 \times 103 = 1.060 \text{ mEq}$. Cl^- Normal
 Cantidad Actual de $\text{Cl}^- = 7.9 \times 37 = 292.3 \text{ mEq}$ Cl^-

Déficit de $\text{Cl}^- = 1.060 - 292.3 = 767.7 \text{ mEq/L}$.

Convendrá reparar este tipo de pérdida con una solución que contenga Cl^- principalmente; tal es la solución de cloruro de amonio al 0.75%.

En los casos de que no se disponga de un fotómetro puede calcularse el Na^+ si los valores de Cl^- y HCO_3^- nos son conocidos:

Fórmula: $\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^- + 10 = \text{Na}$.

3) *Deuda Estática y Volumen Sanguíneo.*—El volumen sanguíneo abarca dos factores:

- a) Masa celular de glóbulos rojos
- b) Volumen del Plasma.

Las pérdidas provenientes del volumen de sangre circulante deben reemplazarse con sangre total o con plasma, según lo requiera el caso. Una anemia existente con anterioridad puede ser ocultada por un relativo grado de deshidratación hasta el punto de obtenerse valores normales para los glóbulos rojos, hemoglobina y hematocrito, existiendo un volumen sanguíneo disminuido en forma significativa. Esta situación fué descrita por Clark y sus colaboradores bajo el nombre de "shock crónico" y se presenta en muchos casos de enfermos afectados de enfermedades debilitantes o con infecciones crónicas. De 100 enfermos admitidos sin seleccionar a las salas quirúrgicas del "Presbyterian Hospital", las determinaciones del volumen sanguíneo mostraron que 65 de estos enfermos requerían una o más transfusiones para restaurar el volumen sanguíneo a lo normal. De este grupo de

65, aproximadamente un 40% tenían valores normales de hemoglobina, hematocrito y glóbulos rojos. La técnica para determinar el volumen sanguíneo ha sido perfeccionada notablemente hoy en día y aun cuando sujeta a errores constituye un método mejor para estimar las deficiencias de los volúmenes sanguíneos y muy superior a las medidas de las concentraciones de hemoglobina y del número de glóbulos rojos.

DEFICIENCIA DE POTASIO EN EL POST-OPERATORIO

Debilidad muscular, apatía, letargia, distensión abdominal, ileus adinámico, taquicardia y aún parálisis de los músculos esqueléticos, han sido descritas por diferentes autores en el período post-operatorio y ocasionalmente en el pre-operatorio, en enfermos que han tenido una ingestión disminuida y elevadas pérdidas de potasio. Este síndrome generalmente ocurre entre el cuarto y el sexto o séptimo día post-operatorio en enfermos que han sido mantenidos a base de líquidos orales y parenterales que no contienen potasio en cantidades suficientes. El síndrome clínico se acompaña de una alcalosis y de hipocloremia, con una orina generalmente ácida. Esta alcalosis fija y su respuesta al potasio, fueron descritas en 1946 por Darrow, al observar varios casos de diarrea en niños. Este síndrome no responde a la administración de cloruro de sodio pero mejora rápidamente con la administración de sales de potasio dadas por vía parenteral y más lentamente al potasio dado por vía oral.

De acuerdo con los estudios realizados por Darrow hay una pérdida considerable de potasio intracelular como resultado de la retirada de líquido intracelular en enfermos cuya deshidratación ha pasado de la simple depleción del espacio extracelular. Si se da una solución de cloruro de sodio en cantidad suficiente para hidratar al enfermo, el sodio se moviliza al interior de la célula tratando de reemplazar el potasio intracelular perdido. Esto tiende a producir edema intracelular y probablemente interfiere con muchas de las funciones metabólicas normales de la célula. Sin embargo, el sodio intracelular puede a su vez ser desplazado y regresado a su posición normal extracelular si se da suficiente potasio antes de que hayan ocurrido cambios irreversibles. Aquellos enfermos mantenidos por muchos días con líquidos dados por vía parenteral pueden presentar una deficiencia de potasio, aún sin la aparición en ningún momento de una deshidratación marcada. Es-

to se debe al hecho de que hay una excreción de potasio por los riñones de unos 10 a 20 miliequivalentes por litro aún en ausencia de ingestión del electrolito. Por otra parte, el potasio se halla presente en cantidades insignificantes en las secreciones gastrointestinales, siendo su concentración mayor en la bilis y en el jugo pancreático. Si existe una fistula o si el enfermo tiene una aspiración gastrointestinal continua, tales pérdidas adicionales de potasio irán a añadirse a las de la orina. Una dieta normal contiene suficiente potasio para contrarrestar estas pérdidas, pero si el enfermo se mantiene con líquidos parenterales, irá a acumular un déficit bastante considerable. Se puede afirmar que todo caso quirúrgico es un posible candidato para desarrollar una deficiencia en potasio en el post-operatorio.

Los síntomas de deficiencia del potasio se dividen en dos grupos:

a) Comprende el síndrome agudo de debilidad repentina de los músculos de las extremidades, dificultad para la deglución y parálisis poco frecuente de los músculos intercostales y del diafragma (acidosis diabética).

b) Una de las manifestaciones clínicas más tempranas en este grupo es la debilidad muscular generalizada que es interpretada como una "reacción normal postoperatoria" al cuarto o quinto día. Por medio de un examen meticuloso es posible demostrar a la palpación una hipotonía muscular. En este momento deben examinarse los reflejos tendinosos superficiales y profundos ya que disminuyen precozmente. Sobra decir que estos cambios ocurren antes de que se presente un déficit de proporciones alarmantes. Con el progreso de la deficiencia el enfermo presenta dificultad para respirar y aún puede anotarse que los movimientos respiratorios se verifican con la parte superior del tórax a causa de la parálisis de los músculos de la respiración. La distensión intestinal ocurre precozmente y puede progresar hasta el ileus paralítico. Muy frecuentemente la administración de potasio irá a aliviar una distensión abdominal que no había cedido a la prostigmina. El pulso se hace irregular cuando el bloqueo cardíaco ocurre.

Los cambios electrocardiográficos son bastante característicos. Cuando el nivel de potasio es de 2.5 a 3 miliequivalentes por litro hay prolongación del intervalo Q-T en relación con el intervalo P-T. Hay depresión de las ondas T en todas las derivaciones. Más tarde hay depresión del segmento S-T y la onda T se invierte.

El tratamiento consiste en la administración del cloruro de potasio o fosfato de potasio intravenosamente en concentraciones que no excedan de 40 mEq. de potasio por litro de la solución. Si las necesidades lo demandan se pueden dar hasta 150 mEq. de potasio en las 24 horas. La mayoría de estas deficiencias pueden ser prevenidas con la *administración profiláctica* de 30 a 40 miliequivalentes de potasio al día en las soluciones que componen los requerimientos básicos, junto con una cantidad adicional de 10 mEq. de potasio por cada litro de líquido aspirado del tracto gastrointestinal. Para prevenir la depleción del potasio y el edema es necesario limitar las soluciones de sodio ya que el exceso de éste desplaza al potasio intracelular y la solución salina debe restringirse a un máximo de 500 cc. al día a menos que existan necesidades adicionales.

El potasio no debe darse:

- 1) A enfermos en estado de deshidratación aguda hasta tanto la hidratación haya mejorado, el hematocrito haya caído y el volumen urinario haya aumentado.
- 2) A enfermos con cierto grado de insuficiencia renal, particularmente con oliguria o un nitrógeno no proteico elevado, a menos que el nivel de potasio en el suero sea bajo.
- 3) El potasio no debe darse el día de la operación o en las primeras 24 horas del postoperatorio, a menos que se sepa que su nivel sea bajo.

En el Servicio Quirúrgico del "Presbyterian Hospital" se han venido usando dos soluciones que contienen potasio. La primera de éstas consiste de 110 mEq. de sodio, 30 mEq. de potasio y 140 mEq. por litro de ión cloruro en agua destilada. Se prepara disolviendo 2.23 Gm de KCl y 6.64 Gm de NaCl en un litro de agua. La segunda consta de 30 mEq. de potasio y 30 mEq. de Cl⁻ por litro en dextrosa al 5% en agua (2.23 Gm KCl por litro). Ambas se administran a una velocidad que no exceda del litro por hora.

Para uso oral se ha encontrado muy útil una mezcla de acetato de potasio, bicarbonato de potasio y citrato de potasio, 1 Gm de cada uno, hasta completar un volumen de 8 cc. con agua. Tal mezcla contiene 27 mEq. de potasio en los 8 cc. y puede darse en dosis de 4 cc. tres veces al día bien diluida en jugo de frutas, para suplementar la ingestión de potasio en los enfermos que toleran bien los líquidos por vía oral.

DEFICIENCIA PRIMITIVA DE CLORURO

Generalmente es el resultado del vómito o aspiración de grandes cantidades de líquido del estómago en enfermos con una acidez gástrica elevada en quienes la pérdida de cloruro excede a la de sodio. La manifestación aguda de esta deficiencia es una tetanía como resultado de la alcalosis que se desarrolla con la pérdida de cloruro (Cl^-). El diagnóstico se puede hacer por la historia clínica y el examen de laboratorio del plasma que muestra un valor alto de bicarbonato con un cloruro (Cl^-) bajo y un valor normal o ligeramente aumentado de la urea sanguínea. Estos enfermos responden a la administración de cloruro de sodio. En los enfermos en los cuales hay una reducción de la excreción de sodio por los riñones, particularmente en el período postoperatorio inmediato, se prefiere la administración de cloruro de amonio intravenoso como parte de los líquidos dados. Si la deficiencia primitiva de cloruro no responde al tratamiento con el cloruro de amonio y de sodio, deberá sospecharse inmediatamente en una deficiencia de potasio, ya que Darrow ha mostrado que esta última puede provenir de una alcalosis.

LIQUIDOS PARENTERALES

Dos conceptos deben tenerse en mente al seleccionar los líquidos parenterales; el volumen y la concentración. Si el líquido del espacio extracelular es mayor de lo normal, las concentraciones de Na^+ y Cl^- pueden ser bajas como sucede en el postoperatorio, en la insuficiencia cardíaca y en la cirrosis, aun cuando las cantidades totales de sodio y cloruro son normales o elevadas. Si se trata de restaurar la concentración normal añadiendo más electrolitos probablemente se irá a provocar la expansión de un espacio ya expandido en exceso, particularmente si hay retención de agua y sodio.

Por otra parte, cuando el espacio extracelular total se halla disminuido como en la deshidratación o con la formación del tercer espacio, entonces deberán darse los electrolitos con el agua o de otra manera no se obtendrá la expansión deseada. Los electrolitos en el plasma que adquieren un nivel críticamente bajo demandan reemplazo. Un nivel de sodio en el suero por debajo de 125 mEq. por litro se considera como demasiado bajo y el shock podrá producirse con valores por debajo de 120 mEq. por litro.

Gran significación tiene la velocidad de caída. Si ésta es rápida más probablemente se producirá el shock que si es lenta; enfermos con restricción prolongada de sodio pueden tener niveles de 110 a 120 mEq. por litro sin que presenten síntomas. Debe reemplazarse el cloruro (Cl^-) en los enfermos operados cuando su valor cae a 85 Meq. por litro, y el bicarbonato cuando está por debajo de 15 mEq. por litro (33 volúmenes por ciento). El potasio deberá reemplazarse cuando su valor está por debajo de 3 mEq.

La selección del líquido o combinación de líquidos para reemplazar debidamente las pérdidas dinámicas y las deudas estáticas debe hacerse adecuadamente. La *tabla 18* dá la composición de varios de los líquidos más comunmente usados.

Tabla N° 18

Contenido Electrolítico de 1 litro de la solución (mEq.)

	Na	K	Cl	HCO ₃ efectivo
Cloruro de sodio 0.9%	154	0	154	0
M/6 Lactato de sodio	167	0	0	167
Bicarbonato de sodio 1.2%	143	0	0	143
Cloruro de Amonio 0.75%	0	0	140	0
Dextrosa en Agua 5%	0	0	0	0
Dextrosa en Sal. Salina	154	0	154	0
Ampolletas Cloruro de Potasio (1.59 gm) en 10 cc.	0	20	20	0

Soluciones Especiales

Solución de Hartman *	136	5.3	112	33
Solución de Darrow	120	35	105	50
Solución de KCl (Mudge)	110	30	140	0
Cloruro de Potasio (2.23gm) 5% dextrosa en agua	0	30	30	0

* Ca 3.6 mEq.

BIBLIOGRAFIA:

- 1 FRIEDLANDER, G. and KENNEDY, J. W.: **Introduction to Radiochemistry.** New York, John Wiley & Sons, Inc., 1949.
- 2 PETERS, J. P.: **Body Water.** Springfield, Ill., C. C. THOMAS, 1935.
- 3 BUTLER, A. M.; **Electrolyte and WATER BALANCE.** New England J. Med., 220:827, 1939.
- 4 BUTLER, A. M., McKHANN, C. F., and GAMBLE, J. L.; **Intracellular Fluid loss in Diarrheal Disease.** J. Pediat. 3:84, 1933.
- 5 SCHLOERB, P. R., FRIIS-HANSEN, B. J., EDELMAN, I. S., SOLOMON, A. K. and MOORE, F. D.: **The Measurement of Total Body Water in the Human Subject by Deuterium Oxide Dilution; with a consideration of the Dynamics of Deuterium Distribution.** J. Clin. Investigation 29; 1926 - 1.310, 1950.
- 6 ARIEL I. M.: **The Internal Balance of Plasma Protein in surgical Patiente.** Surg., Gynec. & Obst., 92:405, 1951.
- 7 FRIIS-HANSEN, B. J., Holiday, M., Stapleton, T. and Wallace, W. M.: **Total Body Water in Children.** Pediatrics 7:321-327, 1951.
- 8 BIGHAM, R. S., Jr., MASON, R. E., and HOWARD, J. E.,: **Total Intravenous Ali-mentation, its technics and therapeutic indications.** South. M. J., 40:238, 1947.
- 8 BODANSKY, O: **Recent advances in parenteral fluid therapy with ammonium chloride and potassium.** Am. J. M. Sc., 218:567, 1949.
- 9 KALTREIDER, N. L., MENELE G. R. and BALL, W. F.: **The Determination of the Extracellular Fluid of the Body with Radioactive Sodium.** J. Exper. Med. 74:569, 1941.
- 10 FLEXNER, L. B., WILDE, W. S., Proctor, N. V., Cowie, D. B., Vosburgh, G. S. and Hellman, L. M.: **The Estimation of Extracellular and Total Body water in the New-born Human Infant with Radioactive Sodium and Deuterium Oxide.** J. Pediat. 30:413 1947.
- 11 SCHWARTZ, IRVING L., SCHACTER, D. and FREINKEL, N.: **The Measurement of Extracellular Fluid in Man by Means of Constant Infusion Technique.** J. Clin. Investigation 28:1117, 1949.
- 12 GAMBLE, J. L.: **Chemical Anatomy, Physiology and Pathology of Extracellular Fluid.** Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1947.
- 13 DARROW, D. C. and Pratt, E. L.: **Fluid Therapy.** J. A. M. A. 143:365, 432, 1950.
- 14 COPE, O. and MOORE, F. D.: **The redistribution of body water and the fluid therapy of the burned patient.** Ann. Surg., 117: 1010, 1947.

- 15 DARROW, D. C.: **Body-fluid physiology: the relation of tissue composition to problems of water and electrolyte balance.** New England J. Med., 233:91, 1945.
- 16 DANOWSKY, T., HALL, P. M., and PETERS JOHN P.: **Sodium, Potassium, and HPO₄ in the Cells and Serum of Blood in Diabetic Acidosis,** Am. J. Physiol. 149:667, 1948.
- 17 RANDALL, H. T., HABIF, D. V., LOCKWOOD, J. S. and WERNER, S. C.: **Potassium Deficiency in Surgical Patients.** Surgery 26:341, 1949.
- 18 MARINIS, T. P., MUIRHEAD, E. E., JONES, F. and HILL, J. M.: **Sodium and Potassium determinations in Health and Disease.** J. Lab & Clin. Med. 32:1208, 1947.
- 19 ELIEL, L. P., PEARSON, O. H., and RAWSON, R. W.: **Postoperative potassium deficit and metabolic alkalosis.** New England J. Med. 243:471, 1950.
- 20 ELKINTON, J. R., and WINKLER, A. W.: **Transfers of intracellular potassium in experimental dehydration.** J. Clin. Investigation 23:93, 1944.
- 21 HALD, P. M., HEINSEN, A. J. and PETERS, J. P.: **The estimation of Serum Sodium from Bicarbonate plus chloride.** J. Clin. Investigation 26:983, 1947.
- 22 PETERS, J. P.: **Diagnostic Significance of Electrolyte Disturbances.** Bull. New York Acad. Med. 25:749, 1949.
- 23 ELMAN, R., LEMMER, R. A., WEICHSELBAUM, T. E., OWEN, J. G., and YORE, R. W: **Minimum postoperative maintenance requirements for parenteral water, sodium, potassium, chloride and glucose.** Ann. Surg., 130:703, 1949.
- 24 EVANS, E. I.: **Potassium Deficiency in surgical patients: its recognition and management.** Ann. Surg., 131:945, 1950.
- 25 FENN, W. O.: **The role of potassium in physiological processes.** Physiol. Rev. 20:377, 1940.
- 26 BURCH, G. E., and WINDSOR, T.: **The relation of Total Insensible Loss of Weight to Water loss from the Skin and Lungs of Human Subjects in a Subtropical Climate.** Am. J. M. Sc. 209:226, 1945.
- 27 COLLER, F. A., CAMPBELL, K. N., VAUGHAN, H. H., IOB, L. V., and MOYER, C. A.: **Postoperative Salt Intolerance.** Ann. Surg. 119:533, 1944.
- 28 MOORE, F. D., **Adaptation of Supportive Treatment to Needs of the Surgical Patient** J. A. M. A. 141:646, 1949.
- 29 GASS, H., CHERKASKY, M., and SAVITSKY, N.: **Potassium and Periodic paralysis. A metabolic study and physiological considerations.** Medicine. 27:105, 1948.
- 30 RANDALL, H. T., HABIF, D. V. and LOCKWOOD, J. S.: **Sodium Deficiency in Surgical Patients and the Failure of Urine Chloride as a Guide to Parenteral Therapy.** Surgery 28:182, 1950.
- 31 RICE, C. O., ORR, B. and ENQUIST, I.: **Parenteral Nutrition in Surgical Patients as Provided from Glucose, Amino Acids and Alcohol.** Ann. Surg. 131:289, 1950.

- 32 IRENEUS, C. Jr.: The hipochloremic state in surgical patients. *Surgery* 18:582, 1945.
- 33 NELSON, R. M., FRIENSEN, S[] R. and KREMEN, A. J.; Refractory Alkalosis and the Potassium Ion in Surgical Patients. *Surgery* 27:26, 1950.
- 34 COLLER, F. A., CAMPBELL, K. N. and IOB, L. V.: The Treatment of Renal Insufficiency in the Surgical Patient. *Ann. Surg.* 128:379, 1948.
- 35 SELYE, H.: The General Adaptation Syndrome and the Diseases of Adaptation. *J. Clin. Endocrinol.* 6:117, 1946.
- 36 MADDOCK, W. G.: Maintenance of fluid balance. *Am. J. Surg.* 46:426, 1939.
- 37 MOYER, C. A.: Fluid and electrolyte balance. *Surg. Gynec. & Obst.*, 84:586, 1947.
- 38 COLLER, F. A., IOB, L. V., KALIDER, N. B., VAUGHAN, A. A. and MOYER, C. A.: Translocation of Fluid Produced by Intravenous Administration of Isotonic Salt Solution in Man Postoperatively. *Ann. Surg.* 122:663, 1945.
- 39 ABBOTT, W. E.: Review of the Present Concepts on Fluid Balance. *Am. J. M. Sc.* 211: 211, 1946.
- 40 LOCKWOOD, J. S. and RANDALL, H. T.: The Place of Electrolyte Studies in Surgical Patients. *Bull. New York Acad. Med.* 25:228, 1949.
- 41 MOYER, C. A., LEVIN M., and KLINGE, F. W.: The volume and composition of parenteral fluids and problems of body fluid equilibrium. *South. M. J.* 40:479, 1947.
- 42 ZINTEL, H. A., RHOADS, J. E. and RAVIDIN, I. S: The use of Intravenous Ammonium Chloride in the Treatment of Alkalosis. *Surgery*. 14:728, 1943.
- 43 MOORE, F. D., LANGOHR, J. L., INGEBRETSEN, M. and COPE, O.: The role of Exudate Loss in the Protein and Electrolyte Imbalance of Burned Patients. *Ann. Surg.* 132:1, 1950.
- 44 PEARSON, O. H., and ELIEL, L. P.: Postoperative alkalosis and potassium deficiency *J. Clin. Investigation.* 28:803, 1949.
- 45 CLARK, J. H., NELSON, W., LYONS, C., MAYERSON, H. S. and DeCAMP, PAUL: Chronic Shock: The Problem of Reduced Blood Volume in the Chronically Ill patient. *Ann. Surg.* 125:618, 1947.
- 46 STEWART, H. J., SHEPARD, E. M., and Horger, E. L.: Electrocardiographic manifestations of potassium intoxication. *Am. J. Med.*, 5:821, 1948.
- 47 NELSON, W., CLARK, J. and LINDERN, M. C.: Blood Volume Studies in the Depleted Surgical Patient: Clinical Applications. *Surgery* 28:705, 1950.
- 48 TENNANT, R., ADELSON, L. McADAMS, G. and DAVIE, R.: The use of Blood Volume Studies as a Clinical Aid in Intravenous Therapy. *Yale J. Biol. & Med.* 22:735, 1950.
- 50 WALLACE, A. B.: Treatment of Burns. *Practitioner.* 170:109, 1953.
- 51 EVANS, E. I., PURNELL, O. J., ROBINETT, P. W. and MARTIN, M.: Fluid and Electrolyte Requirements in Severe Burns. *Ann. Surg.* 135:804, 1952.

SED OFIL

Sedante de los Estados de Excitación y de Depresión.

Cada 100 c. c. contienen:

Ext. Flido. de Pasiflora	10.00 gms.
Ext. Flido. de Crataegus	5.00 gms.
Sodio Feniletilbarbiturato	0.50 gms.
Base aromática c. s.	

Frasco de 120 c. c.

INDICACIONES:

Desórdenes funcionales de origen nervioso. Insomnios.

Angustias. Sedante de los estados de excitación y depresión.

Desórdenes del corazón, de origen nervioso.

POSOLOGIA:

Adultos: 1—3 cucharaditas al día.

En el insomnio hasta dos cucharaditas antes de acostarse.

Niños: De acuerdo con indicación del médico.

ADMINISTRACION: Vía oral.

INDUSTRIAS FARMACEUTICAS S. A.



PRODUCTOS DE ALTA CALIDAD

BOGOTÁ - Carrera 8^a N° 18-83 - Tel. 22-819

AMIN-ACID

COMPLEMENTO PROTEINICO, VITAMINAS, MINERALES Y CARBOHIDRATOS

Hidrolizado enzimático de caseína	60,00000 gms.
Calcio Glicerofosfato	2,10000 "
Hierro citrato amoniacial	0,01800 "
Tiamina Clorhidrato	0,00330 "
Riboflavina	0,00450 "
Niacinamida	0,01050 "
Calcio Pantoténato	0,00370 "
Piridoxina	0,00045 "
Ácido Ascórbico	0,05000 "
Azúcar, Cocoa y aromatizado c. s. p.	100,00000 "

PRESENTACION

(Frasco de 240 gramos)

Este preparado encierra en forma de hidrolizado las proteínas de la caseína: minerales como hierro, calcio, fósforo; vitaminas como tiamina, en forma de clorhidrato, riboflavina piridoxina, niacinamida, ácido ascórbico, pantoténato de calcio; energéticos como azúcar, y aromáticos para hacerlo agradable al gusto y al olfato.

INDICACIONES:

Sus indicaciones son muy amplias: todos los procesos en que haya merma de proteínas. Convalecencias, enfermedades infecciosas, gestación, lactancia, quemaduras, exposiciones sanguíneas, post-operatorias, estados nefróticos, alimentación de los ancianos y cada vez que sea preciso completar la ración alimenticia en sujetos que por una u otra causa no ingieren proteínas suficientes para una nutrición racional, en las intolerancias o alergias es un recurso para mejorar el aporte alimenticio.

POSOLOGIA

En los niños: 3 a 4 cucharaditas al día, mezclando con leche, sopas, o jugo de frutas.

En los adultos: 4 cucharadas mezcladas con leche, chocolate o jugos de frutas.

Estas dosis pueden ser aumentadas de acuerdo con el criterio del médico.

ADMINISTRACION: Vía oral.

INDUSTRIAS FARMACEUTICAS S. A.



PRODUCTOS DE ALTA CALIDAD

COQUITA - Carrera 81 N° 18-83 - Tel. 22-819