



El presente artículo corresponde a un archivo originalmente publicado en el **Boletín del Hospital Clínico para sus graduados en provincia**, actualmente incluido en el historial de **Ars Medica Revista de Ciencias Médicas**. Este tiene el propósito de evidenciar la evolución del contenido y poner a disposición de nuestra audiencia documentos académicos originales que han impulsado nuestra revista actual, sin embargo, no necesariamente representa a la línea editorial de la publicación hoy en día.

## TRATAMIENTO DE LAS ALTERACIONES DEL METABOLISMO

### HIDROELECTROLITICO EN PEDIATRIA

Dr. José Manuel Donoso G.

Las alteraciones del metabolismo hidroelectrolítico ha sido uno de los temas más estudiados en los últimos años dentro de los trastornos metabólicos.

Este trabajo está destinado a analizar el tratamiento de aquellas afecciones con déficit electrolítico no intentando hacer una revisión acabada del tema.

La forma en que se va a desarrollar será a través de un análisis de cada uno de los factores a considerar en una adecuada terapia de reposición hidroelectrolítica.

#### INTRODUCCION:

- A. Los trastornos hidroelectrolíticos se observan en tres situaciones biológicas diferentes:
1. Cuando las alteraciones son provocadas por anomalías en el aporte o en las pérdidas.
  2. Cuando las alteraciones son secundarias a una disfunción endocrina.
  3. Cuando las alteraciones provienen de una insensibilidad congénita renal ante los mecanismos de regulación.

En la práctica diaria, más aún en un Servicio de Lactantes, casi la única situación que se presenta es la primera; y ésta es particularmente grave a esa edad por ser su metabolismo hidroelectrolítico más inestable que en otras edades.

B. Clínica: La clínica de estos trastornos se expresa en forma de:

1. Signos neurológicos.

2. Signos de hipovolemia en el extracelular.

1. Signos Neurológicos: están dados pues la exitabilidad normal del S.N.C. Se debe en parte a la estabilidad de algunos elementos del L.C.R. (Ca, Mg, Na, K), los cuales a su vez están regulados por sus niveles plasmáticos.

Estos signos se presentan en forma de:

- a. Inespecíficos : somnolencia, irritabilidad, etc.
- b. Semiespecíficos : tetania, en general refleja alteraciones del Ca o Mg.  
convulsiones, en general refleja alteraciones del Na o Glucosa.

2. Signos de hipovolemia del extracelular: estos se presentan en forma de:

- a. Signos de hipovolemia propiamente tal, ej. taquicardia; piel fría y sudorosa, hipotensión arterial
- b. Signos cutáneos, se explican pues la piel es un órgano rico en vasos sanguíneos y líquido intersticial; por lo tanto muy influenciado por alteraciones del extracelular, ej. signo del pliegue.
- c. Otros signos como: hipotensión de la fontanela, hipotensión de los globos oculares.

TRATAMIENTO:

La terapia de estos trastornos se puede esquematizar en cuatro factores que serán analizados a continuación ( estos deben ser obligatoriamente considerados cada vez que se decide iniciar una hidratación parenteral ) ellos son:

1. Volumen hídrico
2. Electrolitos
3. Requerimiento calórico
4. Equilibrio ácido básico

VOLUMEN HIDRICOINTRODUCCION:

A. Los líquidos en el organismo se encuentran en dos compartimentos

- |                         |                              |                   |
|-------------------------|------------------------------|-------------------|
|                         | ( Liq. vascular o plasmático |                   |
|                         | (                            |                   |
|                         | (                            | ( L.C.R.          |
|                         | ( Liq. intersticial          | ( Humor acuoso    |
| 1. Líquido Extracelular | (                            | ( Liq. de las ca- |
| ( L.E.C. )              | (                            | ( vidades serosas |
|                         | ( Linfa                      |                   |
|                         | (                            |                   |
|                         | (                            |                   |
|                         | ( Liq. transcelular          |                   |
2. Líquido Intracelular  
( L.I.C. )

Su proporción en uno u otro es diferente en el adulto que en el niño, existiendo en este último una clara relación lineal entre el peso y el agua orgánica total.

GRAFICO Nº 1

	<u>R.N.</u>	<u>3-6 m.</u>	<u>6-12 m.</u>	<u>adultos</u>
Agua total	78%	70%	60%	54%
L.E.C.	43%	30%	27%	23%
L.I.C.	35%	40%	33%	31%

Nota: % del peso del cuerpo

B. Las pérdidas de líquido.

1. En condiciones normales se producen en forma de:

- ( pulmón  
 a. pérdidas insensibles ( piel  
 ( sudor

que dependen de: ( superficie corporal  
 ( temperatura ambiente  
 ( presión parcial de vapor de  
 agua del medio ambiente.

- b. pérdidas ocasionadas por: ( orina  
 ( deposiciones

2. En condiciones patológicas se beben a:

- ( a nivel del pulmón( polipnea
- (
- ( ( sudoración
- ( ( fiebre
- ( a nivel de la piel( temp. ambiente
- a. aumento en ( ( presión parcial de
- las pérdidas( ( vapor de agua
- (
- ( deposiciones ( diarrea
- (
- ( orina ( poliuria
- (
- ( vómitos

b. disminución en el aporte.

en la práctica se ha visto que en el lactante:

- una disminución del 1% del peso del cuerpo en 24 horas = deshidratación
- una disminución del 5% del peso del cuerpo en 24 horas = deshidratación clínica
- una disminución del 10% del peso del cuerpo en 24 horas = deshidratación intensa
- una disminución del 15% del peso del cuerpo en 24 horas = shock

## II TRATAMIENTO:

Este se esquematizará en:

- A. Volumen a reponer
- B. Forma de realizarlo
- C. Casos especiales

A. Volumen a reponer: Este debe satisfacer las pérdidas ocasionadas por:

1. el metabolismo basal.
2. la enfermedad ( o pérdidas patológicas ).
3. el déficit, previamente ocasionado antes de comenzar el tratamiento.

1. Pérdidas basales: En el lactante normal menor de un año estas son:

Pulmón	: $\pm 14 \text{ ml} \times \text{Kg} \times \text{día}$	} aproximadamente: 40-60 ml x Kg x día
Piel	: $\pm 28 \text{ ml} \times \text{Kg} \times \text{día}$	
Sudor	: $\pm 20 \text{ ml} \times \text{Kg} \times \text{día}$	
Deposiciones:	5-8 ml x Kg x día	
Orina	: 80 ml x Kg x día	

Esta da un valor promedio de aproximadamente de 150 ml x Kg x día.

En un niño con diarrea las pérdidas basales se consideran aproximadamente 100 ml x Kg x día.

Modificación N° 1: En estos casos las pérdidas basales se consideran menores que lo normal por disminución en el aporte calórico; en estricto sentido los requerimientos basales son directamente proporcionales al gasto energético y se expresan como: ml x 100 Cal. metabolizadas; sólo como una forma de simplificar, se expresan los requerimientos basales en forma de: ml x Kg x día.

2. Pérdidas patológicas: Según apreciación clínica de su intensidad se las ha agrupado en:

Leve	: 25 - 50 ml x Kg x día
Moderada:	50 - 75 ml x Kg x día
Grave	: 75 - 100 ml x Kg x día

3. Déficit: clasificado de la misma manera en:

Leve	: 25 - 50 ml x Kg x día
Moderado:	50 - 75 ml x Kg x día
Grave	: 75 - 100 ml x Kg x día

Por lo tanto el volumen a dar fluctua entre 150 ml x Kg x día, en los casos normales hasta 300 ml x Kg x día en los casos extremos.

B. Forma de realizarlo: En un déficit agudo de volemia, el shock tiene la primera prioridad terapéutica, debe ser corregido en los 30 - 60 primeros minutos de tratamiento, expandiendo rápidamente el L.E.C.; esto se realiza mediante la infusión rápida de soluciones iso-osmóticas con el plasma, ( Suero fisiológico o plasma Dextran ) con un volumen de 20 - 30 ml x Kg.

No se debe emplear sangre por la posibilidad de trombosis y de lesión de los túbulos renales.

Como este tratamiento debe ser realizado rápidamente en general se recomienda que las soluciones a emplear sean libres de K y de  $\text{HCO}_3$ .

Una vez vencido el shock o en cuadros de deshidratación que no lo han presentado, se inicia la terapia de reposición, según volumen calculado. ( al cual se le debe restar los 20 - 30 ml x Kg del tratamiento del colapso circulatorio, si este existió ). La velocidad de goteo en todos los casos está dado por la fórmula:

$$\text{GOTEO: } \frac{\text{Volumen a pasar}}{\text{N}^\circ \text{ de hrs. } \times 3}$$

C. Casos especiales:

a) En el caso de una terapia de hidratación prolongada ( ya que hasta este momento se ha analizado la hidratación de las primeras 24 horas ), el volumen diario a administrar es el de las pérdidas ba sales más las pérdidas anormales.

b) En el caso de una insuficiencia renal aguda sólo se administran los volúmenes correspondientes a las pérdidas por:

Pulmón	:	aprox. 14 ml x Kg x día
Piel	:	aprox. 28 ml x Kg x día
Sudor	:	aprox. 20 ml x Kg x día
Deposición	:	aprox. 5 - 8 ml x Kg x día

- c) En caso que se desee determinar con alguna precisión las pérdidas diarias de un lactante, se puede emplear la "cama metabólica" en la cual se recojen por vías separadas la deposición y la orina.

RESUMEN. -

1. En un lactante normal, menor de un año, el volumen hídrico diario a administrar es aproximadamente de 150 ml x Kg x día.
2. En un lactante menor de un año con diarrea, este es aproximadamente de 200 ml x Kg x día, aunque pueda llegar a 300 ml x Kg x día.
3. Los volúmenes a administrar en caso de diarreas agudas, según el peso del niño se pueden clasificar en:

menor de 7 Kg	:	200 ml x Kg x día
7 - 12 Kg	:	150 ml x Kg x día
12- 20 Kg	:	120 ml x Kg x día
mayor de 20 Kg	:	90 ml x Kg x día

4. En caso de shock:

20 - 30 ml x Kg x día de ( S.F. ó  
( Plasma ó  
( Dextran  
a administrar en 30 - 60 minutos.

5. Goteo a pasar:

GOTEO:  $\frac{\text{Vol. a pasar}}{\text{N}^\circ \text{ hrs. x 3}}$

ELECTROLITOS.-

Desde los tiempos de Karelitz ( 1930 ), en que se empleaba suero glucosado puro por fleboclisis en el tratamiento de la toxicosis; pasando por Darrow que demostró que el agregado de K a los sueros producía una disminución de la mortalidad de un 30% a un 5%, hasta los tiempos actuales en que se tiende a emplear soluciones multielectrolíticas, los conocimientos han evolucionado mucho. A la fisiopatología de cada electrolito se ha unido el estudio de sus interrelaciones y mutua dependencia; esto se observa en los siguientes ejemplos:

A. Interrelaciones entre Na y K.

1. El efecto de una sobrecarga de Na ó K, consiste en un aumento de la excreción renal del otro: ( K ó Na respectivamente ). Por lo tanto se contraindica la terapia en los estados deficitarios agudos ( diarreas ) con sueros que contengan exclusivamente Na.
2. En una hipernatremia si no se administra precozmente K, sus niveles descienden a niveles peligrosos.
3. El déficit de K tiende a agravar o hacer persistir una hiponatremia.
  - a. por entrada de Na al intracelular en reemplazo del potasio.
  - b. por disminución del intercambio Na en el túbulo distal.
4. En los procesos de fosforilación y reducción del A T P y en la acción del A. Co. A se necesita K y son retardados por entrada de Na al intracelular.

B. Interrelaciones entre Na - K - Ca

1. En el efecto de la hiperkalemia sobre el miocardio es importante considerar la concentración de Na y Ca en el extracelular, pues ambos electrolitos son antagónicos del potasio, así: Una hiponatremia y una hipocalcemia agravan las manifestaciones del E.C.G. de una hiperkalemia. Por lo tanto el E.C.G. no revela solamente las alteraciones del K sino de una interacción de iones.
2. La concentración plasmática de Na y K regulan en cierta manera la calcemia, así:
  - a. Si se trata una hipernatremia con líquidos pobres en K, además de las alteraciones del K que se originan, se produce una hipocalcemia.
  - b. La absorción intestinal de calcio puede modificarse por la depleción plasmática de Na y K.
  - c. La absorción intestinal de Ca, está relacionada con el aporte en la dieta de Na, Cl y K.

C. Interrelaciones entre Na - K - Ca - Mg

1. El Na - K - Mg, activan el sistema ATP asa de la bomba de Na, el cual es inhibido por el calcio.
2. La sobrecarga de Ca en el plasma determina un aumento en la excreción renal de Na - K y Mg.
3. La concentración plasmática de Ca iónico es directamente proporcional a la concentración de H<sup>+</sup> y de Mg; e inversamente proporcional a las concentraciones de Na, K, HCO<sub>3</sub> y HPO<sub>4</sub>.  
 Por lo tanto cada vez que se está corrigiendo una acidosis, más aún si esta se acompaña de hipernatremia es aconsejable administrar K y Ca.

D. Interrelaciones entre K - Ca - Mg

Una deficiencia de Mg conduce a una hipercalcemia y a una reducción del contenido muscular de K.

E. Interrelaciones entre K - Ca

La tetania es favorecida por una hipokalemia

F. Interrelaciones entre K - Mg

Dado que ambos son electrolitos intracelulares cuyos balances están relacionados con el metabolismo proteico, en estados de balances N (-) y en desnutridos son frecuentes una hipokalemia e hipomagnesemia. Por lo tanto: cuando se sospecha un déficit de K se debe pensar que también lo existe para el magnesio.

G. Interrelaciones entre Ca - Mg

1. El Mg parece ser muy necesario para la Homeostasis cálcica del organismo, así en diversas ocasiones hipocalcemias mantenidas han sido corregidas con el aporte de Mg.
2. Dado que ambos electrolitos presentan las mismas vías de ingreso y salida del organismo ( intestinal ) en general estados que provocan hipocalcemias se acompañan de hipomagnesemias.

Con todas estas consideraciones se entiende la observación del Dr. Fernando Monckeberg ( Rev. Chil. de Ped.; Vol 27 N° 6, 1956 ):

"La hidratación de los lactantes se hace más estable y persistente cuando además de administrar electrolitos extracelulares ( Na - Ca Cl ), se emplean electrolitos intracelulares ( K - Mg ).

SODIO.-INTRODUCCION.-

1. Es el catión más numeroso del L.E.C. y su más importante soluto osmóticamente activo, responsable de la distribución del agua entre el L.E.C. y L.I.C.

Como determina en gran parte la osmolaridad del plasma, hablar de tonicidad o de natremia es equivalente. Entre natremia y osmolaridad del L.E.C. hay una relación matemática.

$$\text{Osmolaridad ( m Osm x lt )} = ( \text{Natremia} + 10 ) \times 2$$

Su papel en los procesos enzimáticos intracelular parece ser más de inhibidor que de estimulante.

2. Sus requerimientos diarios en condiciones basales son de 3 - 4 mEq x 100 calorías metabolizadas.

Su concentración plasmática: 137 - 142 mEq x lt.

Su excreción urinaria varía con la edad:

2 - 6 meses : 5 - 10 mEq x día

6 - 12 meses : 20 mEq x día

1 - 2 años : 30 mEq x día

3. El sodio ingerido es absorbido íntegramente a nivel del intestino delgado; en su excreción es fundamental la reabsorción tubular renal en la cual influye el mecanismo renina-angiotensina-aldosterona. ( comandado por la perfusión del aparato yuxtaglomerular ).

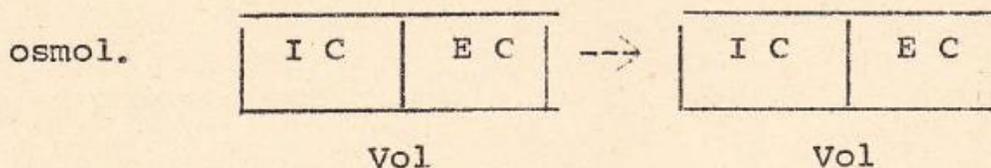
El sodio se reabsorbe en forma isotónica en el túbulo contorneado proximal y por intercambio activo con otros cationes, ( H - K - NH<sub>4</sub> ) en el túbulo contorneado distal.

Tratamiento:

Según el balance entre las pérdidas de  $H_2O$  y Na, se establecen distintos tipos de deshidrataciones cuya frecuencia relativa, de mayor a menor es: Isotónica ( o Isotratémica ), Hipotónica ( o Hipotratémica ) e Hipertónica ( o Hipertatémica ).

Deshidratación Isotónica.-

1. Se produce una pérdida equivalente de Na y  $H_2O$  en forma isotónica, por lo cual sólo se reduce el volumen extracelular. Si se expresa esto en un gráfico, osmolaridad vs. volumen, tendríamos lo siguiente:



2. Clínica: Se expresa con signos de hipovolemia del extracelular acompañados de signos neurológicos proporcionales a ella.
3. Tratamiento: Se ha visto que el déficit promedio de Na en estos casos es de 10 mEq x Kg.  
Si se considera este déficit agregado a un volumen hídrico de 200 ml x Kg x día, se llega a que la concentración de Na del suero a emplear debe ser de : 50 mEq x litro. Esto se puede obtener de las siguientes formas:
  - a. Suero fisiológico al tercio. ( 1/3 )  
( 1 parte de suero fisiológico y 2 partes de suero glucosado ), o
  - b. Suero poliiónico al 2/3.  
( 2 partes de suero poliiónico y 1 parte de suero glucosado ), o
  - c. Suero Ringer al 1/3.



3. Tratamiento: Se ha visto que el déficit promedio de Na en estos casos es de 14-16 mEq por Kg. Si se considera este déficit agregado a un volumen hídrico de 200 ml x Kg x día, se llega a que la concentración de Na del suero a emplear debe ser de 70-80mEq x lt.

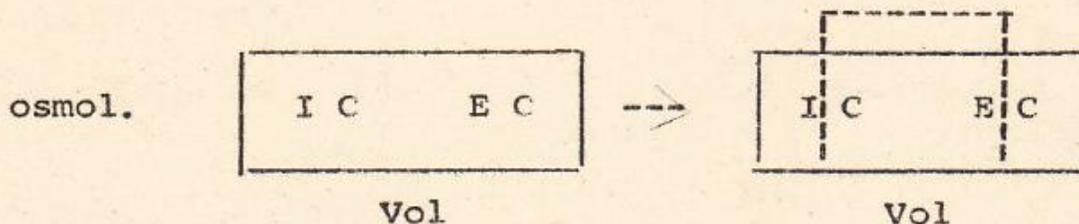
Esto se puede obtener de la siguiente forma:

- a. Suero fisiológico al 1/2 ó
- b. Suero poliiónico                      ó
- c. Suero ringer al 1/2

Nota: Por la tendencia al colapso circulatorio que existe en este tipo de deshidratación, es frecuente que el tratamiento deba ser iniciado con las medidas destinadas a vencer el colapso circulatorio ( Ver volumen hídrico ).

#### Deshidratación hipertónica.-

1. Se produce por una pérdida mayor de agua que de sodio; para restablecer el equilibrio alterado pasa agua del intracelular produciéndose una deshidratación intracelular.



2. Clínica: Esta se caracteriza en general por los signos de gravedad ( grave compromiso del estado general, con acentuado compromiso neurológico ), sin que los signos de hipovolemia del extracelular sean muy acentuados.

Síntomas y signos:

- a. enfermo grave
- b. generalmente con respiración acidótica
- c. oliguria
- d. compromiso neurológico acentuado

- obnubilación que puede llegar al coma
- hiperreflexia
- hipertonia muscular
- hiperexcitabilidad
  - ( hipertermia
- puede haber: ( síntomas meningeos (aumento albúmina
  - ( alteraciones del L C R (aumento glucosa
  - (aumento cloruros
- e. sed acentuada
- f. signos de hipovolemia del L E C : NO ACENTUADOS

Este tipo de deshidratación se observa generalmente asociado a:

1. Estados en los cuales hay interferencia con la ingesta de agua: vómitos - anorexia.
2. Estados en los cuales hay aumento en las pérdidas de líquidos ( sin considerar las deposiciones ).
  - lactantes pequeños ( menores de tres meses ) y prematuros: por superficie corporal.
  - fiebre.
  - aumento de la temperatura ambiente.
  - polipnea.
3. Excesiva ingesta de solutos: administración oral de suero Ringer.

Complicaciones:
 

- ( Sub-durales
- ( Hemorragias ( Sub-aracnoides
- ( ( Intraventriculares

a. Alteraciones del (
 

- S.N.C. ( Derrames subdurales

Estas ocurren pues al pasar líquido del intracelular al extracelular el cerebro se contrae; por lo tanto se expande el volumen sanguíneo intracraneano y probablemente también el L C R.

Esta vaso-dilatación puede determinar las hemorragias sub-aracnoideas y parenquimatosas; la tracción de las venas que atraviezan el espacio sub-dural sería el factor causal de las hemorragias sub-durales.

b. Alteraciones del equilibrio ácido-básico: se determina una acidosis metabólica por paso de radicales ácidos del L.I.C. al L.E.C.

c. Alteraciones renales: orgánica y funcionales.

3. Tratamiento: Se ha visto que el déficit promedio de sodio es de 5 - 6 mEq x Kg.

Considerando este déficit agregado a un volumen de 200 ml x Kg x día se llega a que la concentración de Na del suero que se debe emplear debe ser de 25 - 30 mEq x lt.

Esto se puede obtener de las siguientes formas:

- a. Suero fisiológico al 1/5 ( 1 parte de suero fisiológico en 5 de S. Gl.) ó
- b. Suero poliónico al 1/2 ó
- c. Suero Ringer al 1/5.

Nunca se debe emplear suero glucosado puro por peligro de convulsiones por expansión rápida del tejido cerebral.

En las deshidrataciones hipertónicas es muy poco frecuente que haya déficit del L.E.C. tan intenso que lleve a un estado de shock por lo cual el volumen hídrico que se indica jamás debe ser indicado a goteo rápido, éste debe ser tanto más lento mientras más hipotónica sea la solución empleada.

Ejemplos:

Nº 1.- Lactante de 5 meses de edad; peso 4.500 gr; con diarreas de aproximadamente una semana de evolución; vómitos ocasionales; temperatura alta ( no controlada con termómetros ) ha recibido abundante agua, no ha recibido suero Ringer oral.

Al exámen físico. Signos de hipovolemia del extracelular marcados.

Obnubilado e irritable.

## Hipótesis diagnósticas:

1. Diarrea aguda
2. Deshidratación grado II a III hipotónica?
3. Desnutrición

Explicación: Se supone una deshidratación hipotónica por:

1. Lactante desnutrido
2. Diarrea prolongada, en la cual se le ha dado al niño abundante agua.
3. No ha recibido suero Ringer oral
4. Signos acentuados de hipovolemia

Terapia: A su ingreso: 20-30 cc x Kg de suero fisiológico, Plasma o Dextran, en 30 - 60 minutos

= 100cc

Luego se continúa con 200cc x Kg x día (menos 100 cc)

de: Suero fisiológico al 1/2; ej. ( 400 cc de S. Glucosado

ó

( 400 cc de S. Fisiológico

Suero poliónico puro

ó

Suero Ringer al 1/2

Nº 2.- Lactante de 2,5 meses de edad, peso 5 Kg, quien estando en buenas condiciones amanece un día con vómitos explosivos, diarrea líquida y fiebre.

La madre consulta ese día en la tarde pues el cuadro ha seguido igual, comprometiendo el estado general del niño.

Al ingreso se encontró un niño con 40°C, grave, obnubilado, con frecuentes vómitos, con signo del pliegue + y respiración amplia de tipo acidótica.

Hipótesis diagnóstica: Diarrea aguda

Deshidratación hipernatrémica?

Explicación: Se supone una deshidratación hipernatrémica por los siguientes motivos:

1. Lactante menor
2. Falta de ingesta de líquidos, con vómitos
3. Hipertermia

4. Al exámen físico, gravedad desproporcionada a los signos de deshidratación del extracelular.
5. Acidosis clínica

Terapia: Volumen a emplear: 200 cc x Kg x día

( Suero poliionico al 1/2 ó  
de ( Suero Fisiológico al 1/5 ó  
( Suero Ringer al 1/5

El más indicado es el suero Poliionico al 1/2, también se puede emplear, como se analizará en el capítulo del equilibrio Acido-Básico, un suero con bicarbonato 1/6 molar diluido al 1/5 pues al mismo tiempo que se repone el volumen, con una concentración de sodio adecuado, se soluciona la acidosis metabólica.

## POTASIO.-

### INTRODUCCION.-

1. Es el catión más importante del L.I.C., influyendo en la actividad de sus sistemas enzimáticos y en regular su osmolaridad.

Para la función celular más que el nivel absoluto del potasio del organismo, es de vital importancia la diferencia de concentración entre el L.I.C. y el L.E.C. ( sin considerar además la interrelación con otros iones ) así se entiende que:

- a. La célula tolere bien un aumento de K del I.C. y que sea extremadamente sensible a variaciones del K del L.E.C.
- b. El efecto tóxico del K se puede ver con kalemias moderadamente elevadas, cuando su déficit del I.C. es intenso.

- c. Su déficit debe ser corregido lentamente pues para llegar al I.C. el K debe pasar por el E.C.
- d. La kalemia sea un mal índice:
  - pues no indica la concentración de K del I.C.
  - pues su valor está influenciado por muchos factores, ej:
    - anoxia
    - acidosis-alcalosis
    - catabolismo proteico
    - metabolismo de la glucosa

#### Consecuencias del déficit de K.

- a. Deshidratación celular; pues el H<sub>2</sub>O tiende a salir de las células para restablecer la osmolaridad.
- b. Inhibición de la síntesis protéica.
- c. Alteración del metabolismo de los glúcidos con disminución de la síntesis de glicógeno.
- d. Alcalosis metabólica por aumento en la excreción de hidrógeno a nivel renal ( intercambiado con Na ).
- e. Alteración de la función muscular ( ileo ).
- f. Alteración orgánica y funcional renal ( nefropatía hipo kalemia )

2. Requerimientos diarios en condiciones basales:  
2 - 3 mEq x 100 calorías metabolizadas.

Concentración plasmática:

4 - 5 mEq x lt

Su expresión urinaria varía con la edad:

2 - 6 meses	12 mEq x día
6 - 12 meses	25 mEq x día
1 - 2 años	30 mEq x día

3. El K se absorbe en la porción alta del tubo digestivo, en la porción inferior el K procedente del plasma es intercambiado por sodio procedente del lumen; así se explican



2. El déficit calculado en las diversas deshidrataciones es:

Isotónica : 8 - 10 mEq x Kg

Hipotónica : 8 - 10 mEq x Kg

Hipertónica: 2 - 4 mEq x Kg

3. Aunque su déficit calculado sea intenso, éste no se puede reponer a más velocidad que 3 - 5 mEq x Kg x día, para no sobrecargar el extracelular ( esto en cualquiera de los tres tipos de deshidrataciones ). Esta cantidad agregada a un volumen hídrico de 200 ml x Kg x día lleva a que la concentración de K del suero a emplear debe ser de 15 - 25 mEq x Lt (en general se emplea la concentración de 20 mEq x Lt ).

4. Forma de obtenerlo.- Solucionar con potasio se encuentran en forma de cloruro de potasio ( K Cl ) ampollas de 10 cc al 10%; éstos aportan 13,4 mEq de K.

Ejemplo: Lactante de 6,5 Kg con diarrea aguda.

a. Volumen hídrico a emplear = 200 cc x Kg x día  
= 1300 cc

b. Cantidad de sodio: según tipo osmótico de deshidratación.

c. Potasio: se administrarán 20 mEq x lt; por lo tanto se necesitan:

$$\begin{array}{r} 20 \text{ mEq, para } \dots\dots\dots 1000 \text{ cc} \\ x \text{ mEq, para } \dots\dots\dots 1300 \text{ cc} \\ \hline x = 26 \text{ mEq} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10 \text{ cc de KCl al 10\% } \dots\dots\dots 13.4 \text{ mEq} \\ x \text{ cc } \dots\dots\dots 26 \text{ mEq} \\ \hline x = 19 \text{ cc} \end{array}$$

5. Algunos autores no recomiendan la administración de potasio en las soluciones hidratantes destinadas a lactantes en estado de shock por diarrea aguda, por temor a que se eleve su kalemia. Sin embargo, estudios realizados por el Dr. Fernando Mönckeberg han demostrado lo contrario; ésto él lo atribuye a:
  - La alteración renal es transitoria y que mejora rápidamente con la hidratación.
  - El déficit de Potasio celular es de tal intensidad, que al ser administrado éste en forma precoz, es ávidamente captado por la célula sin conseguir elevar la kalemia.
6. La pérdida de más de 20 mEq x Kg de K es incompatible con la vida.
7. Como resumen está indicado emplear K en los siguientes casos:
  - Deshidrataciones iso, hipo e hipertónicas
  - Desnutridos
  - Diarreas prolongadas
  - Tratamiento de las acidosis metabólicas

## CALCIO. -

### INTRODUCCION. -

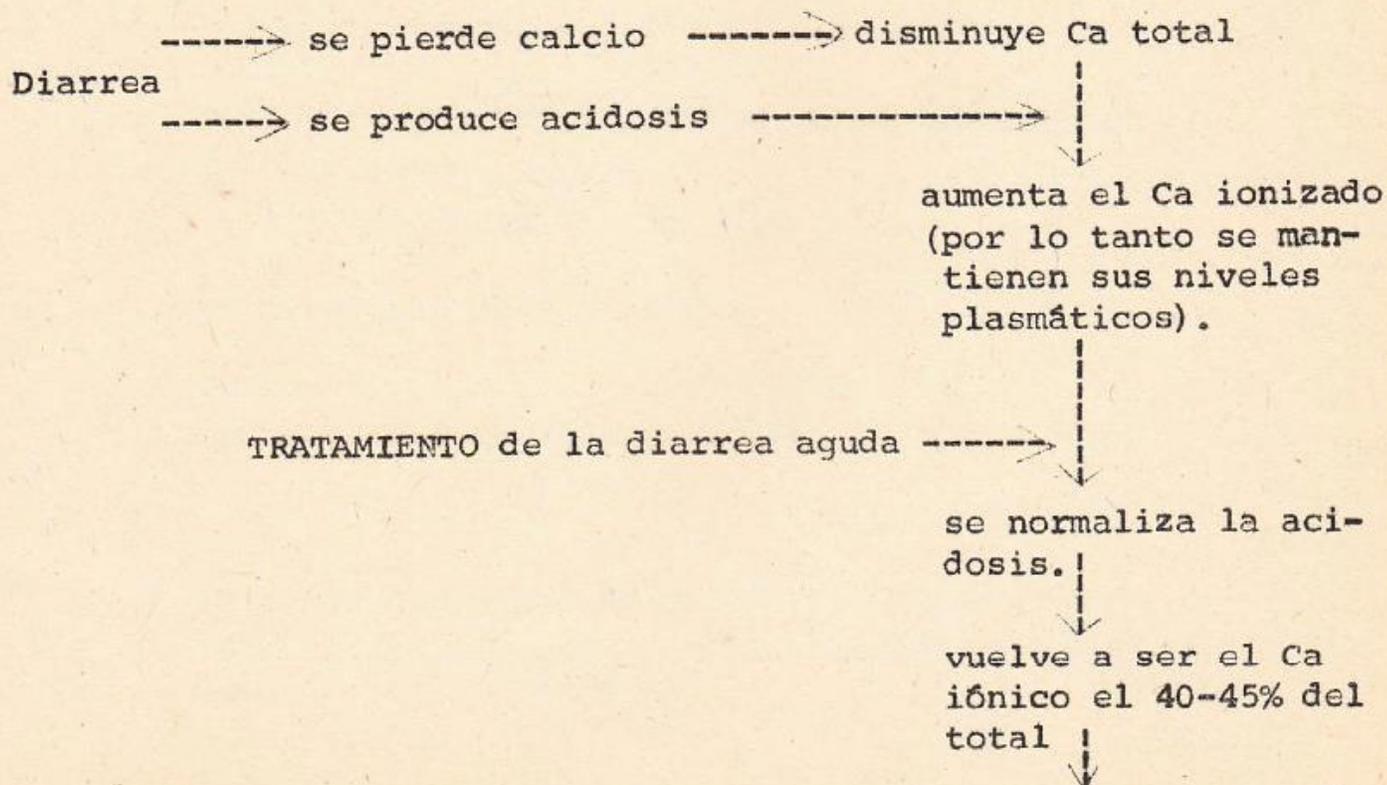
1. a. Es un ión principalmente del extracelular.
- b. Juega un importante rol en los problemas de permeabilidad de membrana; su acción en el metabolismo enzimático intracelular está en estudio.
- c. El calcio plasmático está en un 40 - 45% unido a proteína, este grado de combinación está influenciado por el equilibrio ácido-básico y por la concentración plasmática de Mg.

2. Requerimientos diarios no se saben con exactitud, se estiman en aproximadamente 72 mg x Kg x día.  
Concentración plasmática = 5 mgr x lt.
3. La regulación del contenido de Ca en el organismo (ingresos y egresos) se efectúa principalmente a través del intestino (por eso se produce un balance negativo en caso de diarrea).

Clínica: Los signos de hipocalcemia han sido clasificados en:

- Latentes ( Signo de Chvosteck  
( Signo de Trusseau
- Espontáneos ( Tetania  
( Espasmo laríngeo  
( Espasmo carpo-podales

Estos signos se presentan en general durante el tratamiento de la diarrea aguda, más aún si esta se ha acompañado de acidosis clínica. Esto se ha llamado "el síndrome post-acidótico" y su explicación es la siguiente:



↓  
se evidencia la dis-  
minución del Ca total

↓  
signos de hipocalcemia

Tratamiento: Este se ha dividido en:

1. Preventivo: En todo suero destinado al tratamiento de un desequilibrio hidroelectrolítico, originado por una diarrea, se debe agregar Ca en dosis de 10 mEq x Lt. Esto es equivalente a un déficit de 2 mEq por Kg ó 500 mg x Kg.

Forma de hacerlo:

Soluciones de Ca se encuentran en forma de:

- Gluconato de Ca: ampollas de 5-10 cc al 10% que aportan 4,2 mEq de Ca.
- Cloruro de Ca: ampollas de 10 cc al 10% que aportan 18 mEq de Ca.

Ejemplo: Lactante de 6,5 Kg con diarrea aguda

- a. volumen hídrico : 200 ml x Kg x día  
= 1300 cc
- b. Sodio: según tipo osmótico de deshidratación
- c. K : 20 mEq x Lt.
- d. Ca : se darán 10 mEq x Lt.

Se necesitan por lo tanto:

$$\begin{array}{r} 10 \text{ mEq} \dots\dots\dots 1000 \text{ cc} \\ x \dots\dots\dots 1300 \\ \hline x = 13 \text{ mEq} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10 \text{ cc de gluconato de Ca al 10\%} - 4,2 \text{ mEq} \\ x \dots\dots\dots 13 \\ \hline x = 31 \text{ cc} \end{array}$$

2. Curativo: En caso de producirse un "síndrome post-acidótico" se emplea: Gluconato de Ca al 10%, 1 - 2 cc x Kg x dosis, E.V. directo, lento sin sobrepasar una dosis simple de 10 cc.

Se debe controlar simultáneamente la frecuencia cardíaca y suspender la administración en caso de aparecer bradicardia. Se continúa con una terapia de mantención por vía oral con:

Cluconato de Ca 4 - 6g. diarios x 3 días, ó  
Cloruro de Ca 1 - 3g. diarios x 3 días.

Nota: No se deben administrar mezclados en el mismo suero ni aún inyectados en la misma vena, Bicarbonato de Na con soluciones con calcio, por temor a que se forme un precipitado de Bicarbonato de Calcio, que daña los capilares.

## MAGNESIO. -

### INTRODUCCION. -

1. Al igual que el K, es un electrolito intracelular; se ha demostrado que es necesario para la transferencia y utilización de la energía intracelular y para la actividad normal de S.N.C.
2. Requerimientos diarios: no se saben con exactitud, se estiman en 25 mg x Kg x día.  
Concentración plásmatica 2 mEq x lt.
3. Al igual que el Ca, su absorción y eliminación están controladas por vía intestinal; sin embargo en condiciones de déficit se ha demostrado que la vía oral no es satisfactoria para la terapia de reposición y que es necesario recurrir a la vía I.M. o E.V.

Clínica: Los signos de su déficit son neuromusculares, destacando las crisis espásticas.

Estas se diferencian de la tetania en que no son espasmos musculares dolorosos, tienen signo de Truseau (-) aunque frecuentemente se acompañan de signo de Chvostek (+).

Tratamiento: Ensayos controlados sugieren que es posible mejorar la supervivencia de desnutridos, mediante la inyección de soluciones con Mg.

No hay acuerdo sobre la dosis a emplear en estados deficiarios; la tendencia general es a emplear entre:

A. 100 a 500 mg x Kg x día, por dos días por vía I.M. o E.V.

Esto es igual a 0,83 a 4,15 mEq x Kg x día  
 0,5 a 2,5 cc x Kg de la solución de  
 sulfato de Mg al 20%  
 x día.

B. 3 - 5 mEq x Lt, en el suero

### CALORIAS.-

Este aspecto en general es poco considerado en las terapias de hidratación hechas habitualmente; sin embargo cobra importancia en dos casos especialmente.

1. Desnutridos: Los cuales por déficit de neuglucogénesis y de glicógeno hepático, presentan con frecuencia crisis de hipoglicemia.
2. En terapias prolongadas ( varios días ) pues al no suministrar calorías en cantidad necesaria se producen hipoglicemias, ketosis y aumento del catabolismo endógeno.

Para evitar estos inconvenientes se recomienda administrar las calorías necesarias para mantener el metabolismo basal del lactante.

Recien Nacido	:	45 - 50 cal. x Kg
Lactante 3 - 10 Kg	:	60 - 80 cal. x Kg
Lactante 10 - 15 Kg	:	45 - 65 cal. x Kg
2° Infancia 15 - 25 Kg:		40 - 50 cal. x Kg

Forma de realizarlo: Mediante el empleo de suero glucosado a concentraciones crecientes según necesidad. Hay que recordar que sueros glucosados de concentraciones mayores del 10% pueden producir:

- diuresis osmótica
- flebitis

En ocasiones en las cuales es necesario emplear sueros glucosados superiores al 10% se puede minimizar la diuresis osmótica agregando insulina al suero: 1 unidad x cada 3 gramos de glucosa.

#### Ejemplos Generales.-

Nº 1.- Lactante de 4 meses de edad, peso 5,5 Kg.

Presenta desde hace dos días diarrea líquida frecuente, vómitos ocasionales, temperatura no controlada; ha recibido agua en su casa, no ha recibido suero Ringer oral.

Al exámen físico de ingreso destacaba: un lactante febril (38° C), algo irritable, con signos moderados de deshidratación del extracelular.

Hipótesis diagnóstica:

- Diarrea aguda
- Deshidratación isotónica?

Explicación: Se hace en este caso el diagnóstico de Isotonicidad, pues no hay ningún factor que incline hacia hipo o hipertonicidad.

Se tiende además a hacer tratamiento como de deshidratación isotónica en todos aquellos casos de duda diagnóstica.

Tratamiento:

A. De las primeras 24 horas.

1. Volumen hídrico =  $200 \text{ cc} \times \text{Kg} \times \text{día}$   
 = 1.100 cc

2. Electrolitos.

2.1. Sodio = 50 mEq x lt es la concentración adecuada; esto se puede obtener de diversas maneras.

- Suero poliiónico al 2/3; con esto se aportan las cantidades necesarias de Na, K, Ca y Mg; al mismo tiempo que contribuye a restablecer el equilibrio ácido-básico.

- Suero fisiológico al 1/3.

- S.Gl.- 735

S.F. - 365

2.2. K = 20 mEq x lt es la concentración adecuada =  
 16,5 cc ( KCl al 10% ).

2.3. Ca= 10 mEq x lt es la concentración adecuada =  
 26 cc ( Gluc. Ca al 10% ).

2.4. Mg= 5 mEq x lt es la concentración adecuada =  
 3,3 cc ( de Sulfato de Mg al 20% ).

3. Calorías.- No se considera de importancia por su primer día de tratamiento.

B. El tratamiento parenteral de los días siguientes ( en caso que sea necesario ) será con un volumen hídrico y concentración de electrolitos, que se estime necesario; de ninguna manera con suero poliiónico por peligro de producir una alcalosis iatrogénica.

Nº 2.- Lactante de 6 meses de edad, 5,00 Kg de peso. Presenta desde hace una semana diarrea líquida, tres veces al día; recibe bien el alimento y ha recibido abundante agua; consulta por presentar un compromiso del estado general progresivo y por no ceder el cuadro a las medidas habituales.

Al exámen físico de ingreso destacaba un lactante desnutrido, en malas condiciones generales, con marcados signos de hipovolemia del extracelular; fontanela y ojos hundidos, signo del pliegue +++, taquicardia, frialdad cutánea, obnubilado con períodos de irritabilidad.

Se plantean los siguientes diagnósticos:

- Diarrea aguda
- Deshidratación hipotónica?
- Shock hipovolémico
- Desnutrición

Explicación: Se plantea la hipótesis de deshidratación hipotónica y shock por presentar:

- Lactante desnutrido
- Diarrea de larga evolución
- Ingesta de abundantes líquidos
- Marcados signos de hipovolemia del extracelular

Tratamiento.- Primero es necesario solucionar el colapso circulatorio: Suero fisiológico; plasma o Dextran;  
20 - 30 ml x Kg, en 30 - 60 minutos

Ejemplo: Suero fisiológico = 100 cc  
goteo = 45 gotas x minuto

Luego se continúa con:

#### A. Primeras 24 horas

$$1. \text{ Volumen hídrico} = 200 \text{ cc} \times \text{Kg} \times \text{lt} \\ = 1000 \text{ cc} - 100 \text{ cc} = 900 \text{ cc}$$

#### 2. Electrolitos.

Sodio : 70 - 80 mEq x lt  
Potasio: 20 mEq x lt  
Ca : 10 mEq x lt  
Mg : 5 mEq x lt

#### 3. Calorías.

4. Eq. Ac. básico = Ver esquemas.

B. En los siguientes días: según normas anteriores.

ANEXO -

## I. Concentraciones de electrolitos

	L. I. C	L. E. C.
Na	8 - 10	135 - 145
K	140	5
Ca	-	5
Mg	40	2
Cl	-	97 - 105

## II. Presentaciones:

Na Cl 10% y 20%	=	ampollas de 10 y 20 cc.
K Cl 10% y 20%	=	ampollas de 5, 10 y 20 cc.
Gluconato de Ca 10%	=	ampollas de 10 cc y 5 cc.
Sulfato Mg 20%	=	ampollas de 20 cc.
Cloruro de Calcio 10% y 20%	=	1 ml.

## III. Equivalencias:

1 gramo de Na Cl	=	10 cc Na Cl al 10%	=	17,1 mEq de Na.
1 gramo de K Cl	=	10 cc K Cl al 10%	=	13,4 mEq de K.
1 gramo de Gluconato de Ca	=	10 cc Gl. Ca al 10%	=	4,2 mEq de Ca.
1 gramo de Sulfato de Mg	=	5 cc Sulf. Mg al 20%	=	8,3 mEq de Mg.
* 1 gramo de Cloruro de Ca	=	10 cc Cl Ca al 10%	=	18 mEq de Ca.
* 1 gramo de Cloruro de Mg	=	10 cc Clor. Mg al 10%	=	21 mEq de Mg.
* Estas dos soluciones en la practica no se emplean.				

## IV. Sueros:

## A. Sueros y Presentación.-

## A.1. Suero Fisiológico:

Lab. Sanderson  
Envases plásticos de 250, 500 y  
1000 ml.  
Ampollas de 5, 10 y 20 ml.

## A.2. Suero Glucosalino hipertónico:

Lab. Sanderson  
Envases plásticos de 250, 500 y  
1000 ml.

## A.3. Suero Glucosalino isotónico:

Lab. Sanderson  
Envases plásticos de 250 y 500 ml.

## A.4. Solución Ringer:

Lab. Sanderson  
Envases plásticos de 250 y 500 ml.

## A.5. Suero B.E.S:

Lab. Sanderson  
Envases plásticos de 500 ml.

## A.6. Suero Hidratante:

Lab. Sanderson  
Envases plásticos de 500 ml.

## A.7. Solución Hidratante Polifónica:

Lab. Biosano  
Envases plásticos de 100 ml.

## A.8. Suero Glucosado 5%

Lab Sanderson  
Envases plásticos de 250, 500 y  
1000 ml.  
Ampollas de 20 ml.

## A.9. Suero Glucosado 10%

Lab. Sanderson

Envases plásticos de 250 y 500 ml  
Ampollas de 10 y 20 ml.

## A.10. Suero Glucosado 20%

Lab. Sanderson

Envases plásticos de 250 y 500 ml  
Ampollas de 10 y 20 ml.

## A.11. Suero Glucosado 30%

Lab. Sanderson

Envases plásticos de 250 y 500 ml  
Ampollas de 10 y 20 ml.

## A.12. Solución de Lactato de Sodio 1/6 Molar

Lab. Sanderson

Envases plásticos de 250 y 500 ml.

## A.13. Solución de Lactato de Sodio 1/3 Molar

Lab. Sanderson

Envases plásticos de 250 y 500 ml.

## A.14. Solución de Bicarbonato de Sodio 1/6 Molar

Lab. Sanderson

Envases plásticos de 250 y 500 ml.

## A.15. Solución de Bicarbonato de Sodio 2/3 Molar

Lab. Sanderson

Envases plásticos de 250 y 500 ml.

B. Composición Electrolítica.-  
 ( Valores expresados en mEq x litro )

Suero	Na	K	Ca	Mg	Cl	Lactato	Bicarbonato
A - 1	155				155		
A - 2	154				154		
A - 3	77				77		
A - 4	145,35	5,36	4,56	-	155,27		
A - 5	140	10	5	3	103		
A - 6	72	16	10	5	42	61	
A - 7	72	16,5	10	5	42	61	
A - 12	167	-	-	-	-	167	
A - 13	334	-	-	-	-	334	
A - 14	166	-	-	-	-		166
A - 15	668	-	-	-	-		668

## C. Explicación.-

1. La solución hidratante poliiónica del Laboratorio "Biosano" viene en ampollas plásticas de 100 ml para diluir en 400 ml de suero glucosado o agua destilada,

La forma de trabajar con esta solución es la siguiente:

- 1.1. Si se indican 500 ml de solución poliiónica:

Se diluye una ampolla de 100 ml en 400 cc de suero glucosado o agua destilada

- 1.2. Si se indican 300 ml de solución poliiónica:

Primero se calcula la cantidad de solución poliiónica que se debe emplear y luego se le diluye hasta completar el volumen requerido.

Ej.: en 500 ml se necesitan 100 cc (1 amp.)  
 en 300 ml se necesitan     x cc

$$x = 60 \text{ ml.}$$

se diluye 60 ml en 240 cc de suero glucosado o agua destilada

- 1.3. Si se indican 300 ml de solución poliiónica al 2/3.

Primero se calcula la cantidad de solución poliiónica que se debe emplear.

Ej.: en 300 cc de solución poliiónica al 2/3

hay (200 ml de solución poliiónica pura  
 (100 ml de suero glucosado o agua destilada

en 500 ml se necesitan 100 ml (1 amp.)  
 200 ml se necesitan     x

$$x = 40 \text{ cc}$$

luego esto se diluye hasta completar el volumen final requerido: 40 más 260 (suero glucosado o agua destilada) = 300 ml

2. El suero hidratante del Laboratorio Sanderson viene listo para ser usado.