

BALANCE DEL POTASIO EN LA DESHIDRATACION AGUDA DEL LACTANTE

Dr. FERNANDO MONCKEBERG y Srs. MARCOS PERRETTA
y HERNAN CORVALAN

Cátedra de Pediatría del Prof. Julio Meneghello y Laboratorio de Investigación.
Hospital "Manuel Arriarán". Santiago.

En la deshidratación aguda del lactante, secundaria a trastornos diarreicos, existe una expoliación importante de agua y electrólitos¹⁻²⁻³⁻⁴. El tratamiento adecuado de este trastorno reside, entre otras medidas, en la reposición precoz por medio de soluciones de reemplazo hidratantes que contengan los iones en déficit.

Diversos autores⁵⁻⁷ han hecho notar que la pérdida de electrólitos no sólo corresponde al espacio extracelular, sino también al espacio intracelular y que la reparación se realiza en mejores condiciones cuando se administran electrólitos correspondientes a ambos espacios⁷. Con este objeto se ha preconizado⁷⁻⁸ la administración de soluciones con aporte elevado de potasio. En nuestra experiencia⁹⁻¹⁰ hemos comprobado los efectos favorables que es posible obtener a veces, con una terapéutica basada en las normas enunciadas, sin que observáramos accidentes imputables a este método de tratamiento. Sin embargo, cabe destacar la cautela que ha sido señalada por diversos autores⁷⁻⁸ en la administración de soluciones, por vía endovenosa, que contengan potasio en mayor concentración que el plasma, especialmente durante el período agudo de la deshidratación (shock), por el peligro de producir hiperpotasemias tóxicas. Este peligro nos parece lejano, ya que hemos po-

dido comprobar¹¹ que si bien es cierto que la toxicosis se acompaña de alteración renal, esta es sólo transitoria debido a la disminución del flujo plasmático y que se recupera paulatinamente, a medida que se hidrata el enfermo. Por otra parte, el déficit de potasio propio de este tipo de deshidratación hace suponer que al administrar este ión sería captado rápidamente por la célula, sin permitir su acumulación en el espacio extracelular. Además cabe señalar que si la reposición se hace a base de electrólitos extracelulares (Na) se agrava más el déficit de electrólitos intracelulares (K)⁵⁻⁶.

Por este motivo nos ha parecido de interés estudiar la posibilidad de administrar precozmente, por vía endovenosa, soluciones que contengan, junto a otros iones, potasio en concentraciones relacionadas al déficit y, al mismo tiempo profundizar acerca de la distribución que experimenta este electrólito en los diversos compartimentos orgánicos.

MATERIAL Y MÉTODO

La investigación se realizó en un grupo constituido por 12 lactantes, en su mayoría distróficos, que presentaron deshidratación aguda, con características propias de la toxicosis (cuadro N° 1).

CUADRO N° 1

ALGUNAS CARACTERISTICAS CLINICAS EN 12 LACTANTES CON TOXICOSIS QUE RECIBEN DIVERSOS APORTES DE POTASIO Y EN QUIENES SE PRACTICO ESTUDIO DEL BALANCE DE ESTE ELECTROLITO

	Edad (meses)	% peso ideal	Deshidratación	Shock	Temperatura (C°)	Días enfermedad
J. P.	2	74%	+++	+++	37,8	8
S. D.	4	66%	+++	++	36,9	7
J. C.	3	70%	+++	++	37	3
A. P.	4,5	57%	++	+	37,1	3
I. Ch.	4	83%	+++	+	38,5	3
L. P.	1	199%	+++	++	39	5
J. B.	3	81%	++	+	37,5	7
G. B.	2	78%	++	++	37,1	4
W. P.	3	82%	++	+	36,8	3
C. B.	7	46%	+++	++	37,5	2
A. G.	2	68%	+++	+++	37,4	5
J. G.	6	100%	++	++	36,9	3

Estos enfermos se colocaron en cama de metabolismo, con el objeto de recolectar, tanto la orina como las deposiciones emitidas, en dos períodos de estudio: un primer período que abarcaba desde el ingreso hasta las 24 horas y un segundo período que iba desde las 24 a las 72 horas.

La pauta terapéutica se sistematizó de acuerdo con las siguientes normas:

a) Plasmoterapia inicial a la dosis de 50 cc./Kg.

b) Rehidratación por fleboclisis continua con sueros con diversas concentraciones de potasio, con dosaje total de 200 cc./Kg. en un lapso aproximado a 18 horas.

c) Antibióticos: Cloromicetina a la dosis de 100 mg./Kg.

d) Realimentación con Eledón diluido al 5% y con agregado de 5% de Dextromaltosa, después de una dieta hídrica nunca inferior a 24 horas, completando los requerimientos líquidos por vía oral con diversas concentraciones de potasio.

Se tomaron muestras en cada período, tanto de los sueros administrados como del plasma y del eledón cuando empezó a suministrarse, con el objeto de conocer exactamente las cantidades de sodio y de potasio que contenían. Así, las cantidades de potasio ingeridas fueron variables y oscilaron en el primer período entre 0,3 y 3,88 mEq./Kg. y entre 2,3 y 16 mEq./Kg. en el segundo. Al mismo tiempo se recolectó la orina y las deposiciones emitidas, analizándose su contenido en sodio y potasio. Aquellos niños que presentaron vómitos fueron eliminados de la casuística por la dificultad de valorar las pérdidas de sodio y de potasio por esta vía. Con todo, nuestro estudio del balance electrolítico, no es completo, ya que desconocemos las cantidades eliminadas por la piel. En todo caso, las pérdidas por esta vía serían escasas, sobre todo si no hay hipertermia, como ocurrió en la generalidad de nuestros enfermos.

La determinación del espacio extracelular se realizó con el tiocianato de sodio, que si bien es cierto los diversos autores están de acuerdo que no mide exactamente el agua extracelular, ya que tiene una distribución algo mayor que la inulina, cloro, ferrocianuro de sodio y otros¹², es constante en su distribución¹³. Se realizó una inyección única con una jeringa de émbolo regulable, tomando una muestra de sangre una hora y media más tar-

de, momento de su mayor distribución. Posteriormente se tomaron nuevas muestras a las 24 y 72 horas, cuidando de restar la cantidad de tiocianato eliminada por la orina en cada uno de estos períodos.

Conociendo la cantidad de agua extracelular y la concentración de electrólitos plasmáticos, calculamos la cantidad de sodio y potasio totales del espacio extracelular según la siguiente fórmula:

$$\text{Electrólito Extracelular (mEq)}: \frac{\text{Electrólito H}_2\text{O del Plasma (mEq/L.) \cdot \text{Agua extracelular}}{1.000}$$

La determinación del sodio y potasio, tanto en la orina como en las deposiciones y plasma, se hizo por medio del fotómetro de llama de Zeiss, según las técnicas habituales en nuestro laboratorio⁹. El CO₂ se determinó por un micrométodo¹⁴ en el manómetro de Van Slyke. La determinación del tiocianato con la técnica de Bowler¹⁵.

En el análisis estadístico de los resultados utilizamos preferentemente el estudio de la correlación de acuerdo con la fórmula propuesta por Arkin y Colton¹⁶ y la significación de este valor se estudió de acuerdo con la curva de "t" propuesta por Fischer¹⁷, por constituir éste un método más exigente cuando se trata de correlaciones de menos de 30 pares. Las fórmulas usadas fueron las siguientes:

$$r = \frac{\frac{\sum XY}{n} - \frac{\sum X}{n} \cdot \frac{\sum Y}{n}}{\sqrt{\frac{\sum X^2}{n} - \left(\frac{\sum X}{n}\right)^2} \sqrt{\frac{\sum Y^2}{n} - \left(\frac{\sum Y}{n}\right)^2}}$$

$$t = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \cdot \sqrt{n-2}$$

RESULTADOS

1. *Balance del potasio*: En las primeras 24 horas (Gráfico N° 1) las cantidades de potasio administradas variaron entre 0,39 y 3,88 mEq./Kg. La retención de potasio estuvo relacionada con la cantidad de potasio administrada, de modo que, a mayor administración hubo mayor retención. Cuando la cantidad de potasio administrada fué inferior a 1 mEq./Kg., el balance del potasio fué negativo. La cantidad de potasio eliminada por la orina

fué muy baja y no tuvo relación con la cantidad de potasio administrada. La cantidad de potasio eliminada por las deposiciones fué variable de 0 a 4,7 mEq.

Relación entre el balance y el aporte de K (mEq/Kg) en 12 lactantes con deshidratación aguda en las primeras 24 horas de estudio

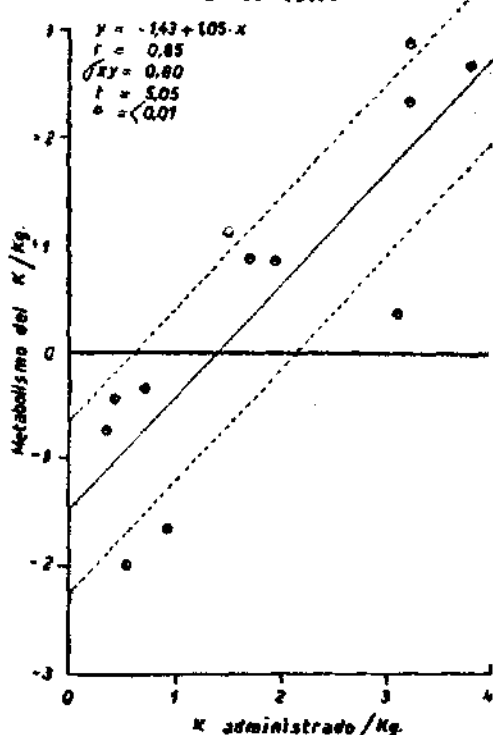


Gráfico N° 1

Durante el segundo período de estudio comprendido entre las 24 y 72 horas pueden hacerse las mismas consideraciones (Gráfico N° 2) pero en esta ocasión todos los metabolismos fueron positivos y la cantidad administrada varió entre 2,5 y 16 mEq/Kg. La retención fué proporcional a la administración. En tres enfermos, en los cuales la administración fué superior a 10 mEq/Kg. (16-12, 9-10 mEq), la eliminación de potasio urinario fué también superior aunque siempre baja si se compara con niños normales.

2. Balance del sodio: Las cantidades de sodio administrado durante el primer período variaron entre 10,6 y 37,5 mEq/Kg. (Gráfico N° 3) y la retención de sodio también fué proporcional a la cantidad administrada. La eliminación urina-

Relación entre el balance y el aporte de K (mEq/Kg) en 11 lactantes con deshidratación aguda en el período comprendido entre las 24 y 72 horas de estudio

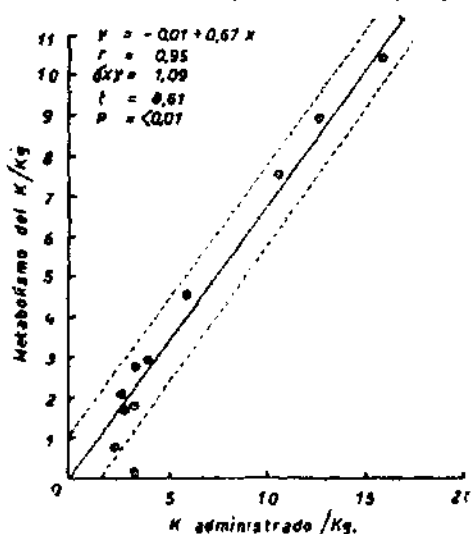


Gráfico N° 2

ria fué variable (1 a 40 mEq) pero sin relación con la cantidad administrada. La misma relación entre lo administrado y retenido se observa en el segundo período de estudio (Gráfico N° 4) fluctuando el aporte de sodio entre 8,3 y 35,2 mEq/Kg. De igual modo la excreción urinaria de sodio no estuvo relacionada al aporte y fué variable (5,8 a 81,3 mEq).

Relación entre el balance y el aporte de Na (mEq/Kg) en 12 lactantes con deshidratación aguda en las primeras 24 horas de estudio

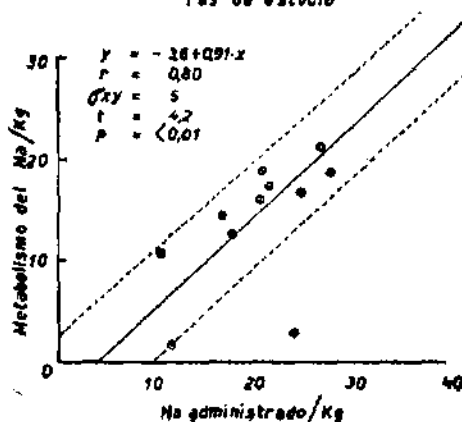


Gráfico N° 3

Relación entre el balance y el aporte de Na (mEq/Kg) en 11 lactantes con deshidratación aguda en el período comprendido entre las 24 y 72 horas de estudio

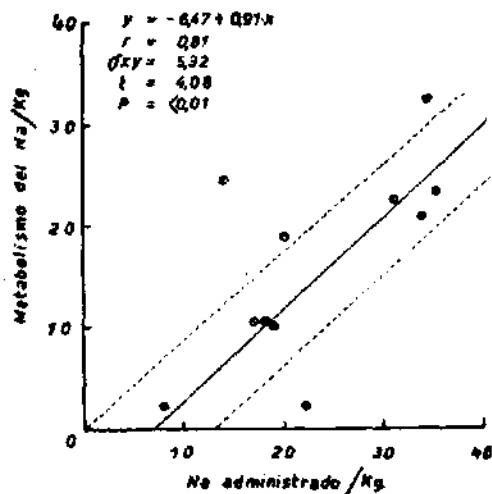


Gráfico N° 4

3. **Modificaciones plasmáticas del potasio:** Los valores de potasio plasmático en el ingreso fueron variables; en cinco casos hubo cifras sobre 5 mEq/L. Después de la hidratación se aprecia una mayor tendencia a la elevación en aquellos enfermos que presentaban un balance del potasio positivo, pero sin sobrepasar en ningún caso los niveles normales. En cambio, de los cinco que presentaban metabolismo del potasio negativo, cuatro presentaron un descenso del potasio plasmático (cuadro N° 2).

CUADRO N° 2

BALANCE DEL POTASIO Y MODIFICACIONES DE LA KALEMIA DESPUES DE LA HIDRATACION EN 11 LACTANTES CON DESHIDRATACION AGUDA

	Balace K en mEq/Kg.	Potasemia en mEq/L. Ingreso	24 horas	Diferencia
J. P.	+ 2,64	2,83	3,6	+ 0,78
A. P.	+ 2,35	4,25	5,3	+ 1,9
J. C.	+ 0,35	5,5	4,5	- 1,0
I. Ch.	+ 0,81	5,5	4,5	- 1,0
L. P.	+ 0,83	4,2	4,8	+ 0,6
J. B.	+ 1,1	5,5	5,8	+ 0,3
G. B.	- 1,66	7,0	6,7	- 0,3
W. P.	- 0,27	4,3	3,3	- 1,0
C. V.	- 2,0	4,35	5,5	+ 1,15
A. G.	- 0,46	4,2	3,7	- 0,5
J. G.	- 0,76	5,1	3,9	- 1,2

4. **Potasio extracelular:** El potasio total, después de la hidratación, aumentó en todos los enfermos a excepción de uno.

Este aumento no tuvo relación con el balance del potasio, de modo que aumentó en forma más o menos similar tanto en los que fué positivo como en aquellos en los cuales éste fué negativo (Gráfico N° 5).

Modificaciones del K total extracelular después de la hidratación en 11 lactantes, en relación con el balance del K

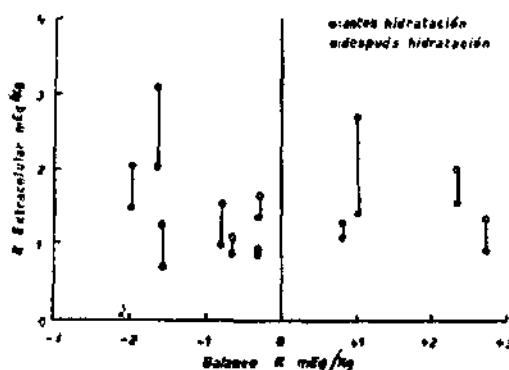


Gráfico N° 5

5. **Espacio del tiocianato:** La determinación del agua extracelular en los enfermos con balance del potasio positivo evidenció tanto en el primer período de estudio como en el segundo, un ascenso paulatino y constante con un promedio

CUADRO N° 3

BALANCE DEL POTASIO Y MODIFICACION DEL AGUA EXTRACELULAR DESPUES DE LA HIDRATACION EN 12 LACTANTES CON DESHIDRATACION AGUDA

	Con balance del potasio positivo		
	Ingreso	Agua extracelular en cc. 24 horas	72 horas
J. P.	1.112	1.311	—
S. D.	1.376	1.485	—
A. P.	1.600	1.704	—
J. C.	1.019	1.476	1.395
I. Ch.	1.117	1.445	1.584
L. P.	1.120	1.484	1.511
J. B.	1.140	2.009	2.286
Promedio	1.212	1.560	1.820
Prom. ascenso		352	390
Prom. asc./Kg.		90	147

	Con balance del potasio negativo		
	Ingreso	Agua extracelular en cc. 24 horas	72 horas
G. B.	1.012	1.710	1.624
W. P.	1.038	1.175	1.015
C. V.	978	1.342	1.175
J. G.	1.523	2.333	1.700
A. G.	897	1.188	942
Promedio	1.100	1.540	1.290
Prom. ascenso		430	180
Prom. asc./Kg.		102	43

de aumento con respecto al ingreso de 90 ml. por kg. en el primer periodo y de 147 ml. por kg. en el segundo periodo de estudio. En cambio, en los enfermos con metabolismo del potasio negativo en las primeras 24 horas el agua extracelular experimentó un ascenso con un promedio de 102 ml. por kg., ascenso que en las últimas 48 horas fué menor, alcanzando sólo 43 ml. por kg. (cuadro N° 3).

6. *Curva de peso:* El peso en los enfermos con metabolismo de potasio positivo y negativo, experimentó una curva similar a la anteriormente anotada para el agua extracelular en cada grupo. Los enfermos con balance del potasio positivo, experimentaron un ascenso de 85,4 gr. por kg. en el primer periodo de estudio y de 212 gr. por kg. en el segundo periodo, en tanto que en los enfermos con balance del potasio negativo, el ascenso promedio en el primer periodo fué de 115 gr. por kg. y en el segundo sólo de 108,5 gr. por kg. (cuadro N° 4).

CUADRO N° 4

BALANCE DEL POTASIO Y MODIFICACION DEL PESO DESPUES DE LA HIDRATACION EN 12 LACTANTES CON DESHIDRATACION AGUDA

Con balance del potasio positivo			
	Ingreso	Peso en gramos 24 horas	72 horas
J. P.	3.260	3.500	—
S. D.	3.740	3.900	—
A. P.	4.100	4.500	—
J. C.	3.340	3.870	4.020
F. Ch.	4.680	5.160	5.280
L. P.	4.080	4.200	4.600
J. B.	3.500	4.120	4.360
Promedio	3.850	4.170	4.660
Prom. ascenso		320	810
Prom. asc./Kg.		84,5	213

Con balance del potasio negativo			
	Ingreso	Peso en gramos 24 horas	72 horas
G. B.	3.480	3.900	3.600
W. P.	4.120	4.710	4.660
C. V.	3.400	3.500	3.460
A. G.	3.020	3.490	3.500
J. G.	7.180	8.400	8.320
Promedio	4.250	4.800	4.710
Prom. ascenso		530	460
Prom. asc./Kg.		115	108,5

7. *Distribución del potasio retenido:* En el Gráfico N° 6 que corresponde al primer periodo de observación se ha dividido en dos compartimentos: el superior intracelular y el inferior extracelular. Artificialmente hemos llamado intracelular lo que no corresponde al extracelular.

Balace intra y extracelular del K en 11 lactantes con deshidratación aguda en las primeras 24 horas de estudio

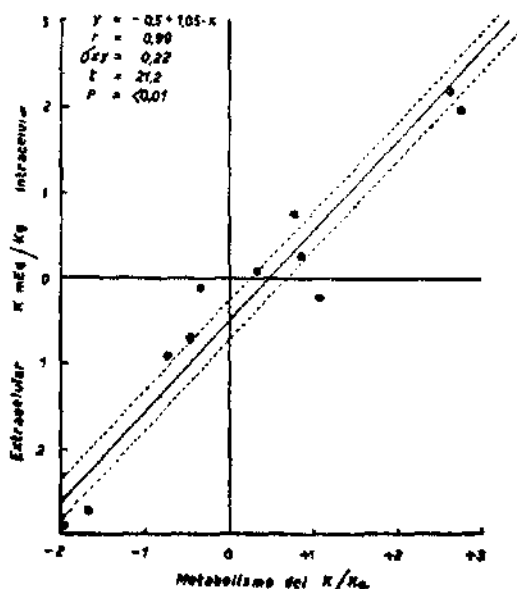


Gráfico N° 6

En este espacio intracelular estaría incluido el espacio intracelular propiamente tal, los glóbulos rojos y los probables depósitos de electrólitos¹⁸⁻¹⁹. Los puntos indican los mEq de potasio que salen o entran del espacio intra o extracelular. Esto se ha relacionado con el balance del potasio y vemos que mientras más se re-

Balace intracelular y extracelular del K en 10 lactantes con deshidratación aguda en el periodo comprendido entre las 24 y 72 horas de estudio

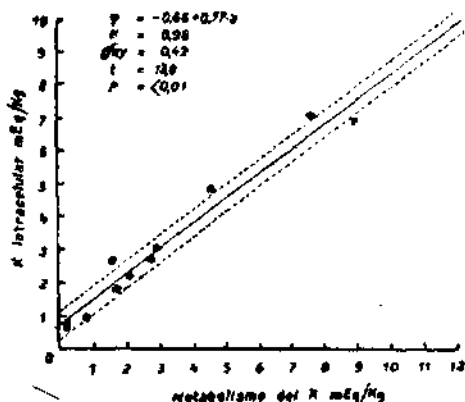


Gráfico N° 7

tiene, más ingresa al espacio llamado intracelular y cuando el balance es negativo, sale potasio del espacio intracelular para suplir el aumento del potasio extracelular consecutivo a la hidratación. En el Gráfico N^o 7, correspondiente al segundo período de estudio, en el que todos tuvieron balance del potasio positivo, se observa la misma relación, es decir, a mayor retención hubo más ingreso al espacio intracelular.

COMENTARIO

En nuestra experiencia, la administración de sueros con diferente aporte de potasio en la deshidratación aguda del lactante, nos ha permitido conocer las modificaciones más importantes que experimenta la concentración de este ión en los diversos compartimentos orgánicos.

El estudio del balance del potasio permitió verificar la existencia de una correlación significativa entre la cantidad de potasio administrada y la retenida. Esta mayor retención se debió a la escasa eliminación urinaria de potasio, ya que comprobamos siempre concentraciones muy bajas de este ión en la orina. Es probable que este hecho pueda interpretarse como secundario a una retención activa por parte de los túbulos, ya que la diuresis fué satisfactoria en todos los casos, pese a la deshidratación coexistente.

Las modificaciones del potasio plasmático no fueron de una magnitud apreciable y no comprobamos potasemias que estuvieran en niveles tóxicos. Sólo en un caso existió una concentración algo elevada de 6,7 mEq/L y éste correspondió a un paciente que ya en el ingreso tuvo alta potasemia y que recibió un aporte exiguo de potasio.

En la totalidad de nuestra casuística hubo un franco aumento en el espacio extracelular, que fué constante en los lactantes que contaron con balance positivo de potasio, obteniéndose un descenso de valores en los casos restantes en el último período de estudio. Esto sugiere la necesidad de un aporte adecuado de electrólitos intracelulares para que exista una adecuada y estable fijación de los líquidos.

La concentración de potasio extracelular, a excepción de un caso que tuvo una pérdida exagerada de este electrólito en las deposiciones demostró ascensos signi-

ficativos y de variable magnitud. De modo que en aquellos casos en que existió este ascenso, sin que concomitantemente hubiera un aporte satisfactorio de potasio, cabe deducir que este ión ha debido emigrar de la célula al espacio extracelular, como ya ha sido señalado por Darrow³. Finalmente pudimos comprobar que en los pacientes que contaron con un balance positivo de potasio existió un pasaje proporcional de este ión al espacio intracelular.

De estos hechos se desprendería la conveniencia de la administración oportuna de soluciones que contengan potasio, que cumplirían con el objeto de corregir integralmente el déficit intracelular de este electrólito.

RESUMEN

Se estudiaron 12 lactantes con toxicosis, en los cuales se analizó el balance del potasio durante el período de hidratación (0 a 24 horas y 24 a 72 horas), observándose una relación significativa entre la administración y retención de este electrólito.

Se estudiaron las modificaciones del potasio total extracelular en relación a la hidratación, observándose un aumento consecutivo en todos los casos, incluso en aquellos con balance negativo. En estos últimos casos, es probable que haya existido salida de potasio intracelular, acentuándose a este nivel el déficit existente. Estos hechos justificarían la hidratación con soluciones de reemplazo que signifiquen un aporte adecuado y precoz de potasio.

SUMMARY

BALANCE OF POTASSIUM IN ACUTE DEHYDRATATION IN INFANCY.

Twelve infants with toxicosis were studied, in which the balance of potassium during hydration time (0 to 24 hr. and 24 to 72 hr.) was analyzed. A significant relation between the administration and the retention of this electrolyte was observed.

The changes of total extracellular potassium in relation to hydration were studied; a following increase in all cases, including those with negative balance, was observed. In these last cases it is very likely that an outlet of intracellular

potassium could have existed, emphasizing the existent deficit at this level. These facts would justify the hydration with substitute solutions that signify an adequate and early contribution of potassium.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.—DARROW, D. C.; PRATT, E. L.; FLETT, J.; GAMBLE, A. N. y WIESE, H. F. — "Disturbance of water and electrolyte in infantile diarrhea". *Pediatrics*. 3:129, 1942.
- 2.—HOLT, L. E.; COURTNEY, A. M. y FALES, H. L. "Chemical composition of diarrhea as compared with normal stools in infants". *Am. J. Dis. Child.* 9:213, 1915.
- 3.—GAMBLE, J. L.; BUTLER, A. M. y KAN, CH. F. "The character of the electrolyte loss in diarrheal disease". *Am. J. Dis. Child.* 42:691, 1951.
- 4.—BODANSKY, M. y BODANSKY, O. — "Biochemistry of disease". The Mac Millan Co. New York, 1952.
- 5.—DARROW, D. C. — "The retention of electrolyte during the recovery from severe dehydration due to diarrhea". *J. Pediat.* 28:515, 1946.
- 6.—GAMBLE, J. L. y cols. — "Effects of large loads of electrolytes". *Pediatrics*. 7:305, 1951.
- 7.—CLUPTON, D.; COGAN, J. y DARROW, D. C. "The use of potassium chloride in the treatment of the dehydration of diarrhea in infants". *J. Pediat.* 28: 541, 1946.
- 8.—WEISBERG, H. F. — "Metabolismo del agua y de los electrolitos". Edit. Artécnica. Buenos Aires, 1953.
- 9.—MENEGBELLO, J.; MONCKEBERG, F.; ROSSELOT, J. y CUETO, L. — "Influencia de algunas pautas terapéuticas en la evolución humoral de la toxicosis". *Arch. Ped. del Uruguay* 24:211, 1955.
- 10.—MENEGBELLO, J.; ROSSELOT, J.; MONCKEBERG, F.; RUBIO, S.; SHIFFRIN, R. y SILVA, S. — "Experiencia con la solución Darrow en el tratamiento de la toxicosis". (Por publicarse).
- 11.—MONCKEBERG, F.; CLERICUS, J. y REYES, J. "Función renal en la toxicosis". (En prensa).
- 12.—JEVITT, M. F. y GAUDINO, M. — "Measurement of body water compartments". *Am. J. Med.* 9:208, 1950.
- 13.—MOISTER, F. C. y FREIS, F. — "The metabolism of thiocyanate after prolonged administration in man". *Am. J. Med. Sc.* 218:549, 1949.
- 14.—HAMUY DE NASSAR, Y. — "Determinaciones manométricas (Van Slyke)". Imprenta Universitaria. Santiago-Chile, 1949.
- 15.—BOWLER, R. G. — "The determination of thiocyanate of blood serum". *Biochemical J.* 58:385, 1944.
- 16.—ARKIN-COLTON, — *Statistical methods*. Barnes and Noble Inc. 1953.
- 17.—FISHER, R. A. — "Método estadístico para investigadores". Madrid, 1949.
- 18.—BERGSTROM, W. H. y WALLACE, W. M. — "Bone as Sodium and Potassium reservoir". *J. Clin. Invest.* 35:867, 1951.
- 19.—SWAN, R. C. y PITTS, R. F. — "Neutralization of infused acid by nephrectomized dog". *J. Clin. Invest.* 34:205, 1955.

*
* * *