

CAMBIOS DE GLUCOSA Y ELECTROLITOS EN CIRUGIA PEDIATRICA

*DR. ARTURO MIRANDA NAVA

RESUMEN

Se efectuó un estudio doble ciego en veinte niños de ambos sexos cuyas edades variaron de cuatro a doce años. Se agruparon conforme con su edad, sexo, peso y talla. A los pacientes de un grupo se les administró solución glucosada al cinco por ciento y a los del otro, solución Harttman. Se cuantificaron glucosa, sodio, potasio y cloro durante el preoperatorio y postoperatorio.

Se eligieron las cirugías que sólo eran correctivas, excluyéndose todas en las que existían alteraciones en otros órganos y que influyeron en el metabolismo, tanto de la glucosa como de los electrólitos.

Se comparó la evolución de cada caso y se observó que a los niños a quienes se administró solución glucosada al cinco por ciento, tuvieron el número mayor de alteraciones, tanto en los valores de glucosa como de electrólitos. Estas alteraciones también se observaron en quienes recibieron solución Harttman, aunque fueron menos significativos.

SUMMARY

A double blind study was conducted with twenty children, male and female, and ages from four to twelve years. They were grouped up according to age, sex, weight and height. One of the groups received glucose solution at five per cent, while the other group got Harttman solution. A pre-operative and post-operative quantification was made regarding sodium, potassium, glucose and chlorine.

Only corrective surgery was chosen, leaving out those that showed alterations in other organs, which influenced the metabolism of the glucose and the electrolithes.

The evolution of each case was compared and it was found that the children who got the glucose solution at five per cent showed the largest number of changes, in glucose and electrolites. Those changes were also observed in those who got the Harttman solution, but much less significant.

INTRODUCCIÓN

COMO el Hospital 20 de Noviembre del ISSSTE es una unidad de concentración de los diferentes que existen en toda la República, la mayoría de los pacientes pediátricos que serán operados, tienen una serie de alteraciones en los diferentes órganos que requieren tratamientos específicos para corregirlos.

Por tanto, es poca nuestra experiencia en el tratamiento de pacientes cuyas cirugías sólo son correctivas y de poca duración; estas consideraciones motivaron el estudio que comunicamos.

Durante la cirugía, ocurren en los niños cambios metabólicos de electrólitos, agua, nitrógeno y calorías y se pueden obtener resultados diferentes con regímenes alimenticios distintos. Estos cambios están caracterizados por disminución de peso, balance negativo de Na, K, N, H₂O (oliguria) y metabolismo calórico.

La literatura médica al respecto de 1972 a la fecha, en su mayoría informa acerca de estudios efectuados en neonatos y lactantes; existen pocos datos evaluables concernientes a la reacción metabólica en el infante mayor.

El objeto general de la administración de líquidos durante el preoperatorio, es asegurar

*Servicio de Anestesiología del Centro Hospitalario 20 de Noviembre, ISSSTE. México, D.F.

que el volumen de los compartimientos del cuerpo y la composición de electrólitos de cada uno sea tan próxima a la normal como sea posible, para que el paciente pueda soportar el *stress* de la cirugía.⁵ El registro del peso es una de las guías más valiosas en el tratamiento adecuado del paciente quirúrgico.¹

Como el porcentaje metabólico por un Kg. de peso corporal en el infante es aproximadamente tres veces mayor que en el adulto, los requerimientos de agua y electrólitos por kilogramo son grandes.²

El paciente requiere electrólitos, para reponer las pérdidas básicas normales y en algunas ocasiones para reponer el déficit preexistente o conservar un equilibrio con pérdidas adicionales que puedan ocurrir. Los infantes que son operados y conservados con soluciones sin sal, pueden tener cambios graves resultantes de pérdidas de sal y sobrecarga de agua.

Los cambios en el metabolismo de K y Na, son aún controvertidos; en la literatura revisada, Rickman opina que no existen diferencias significativas en el metabolismo del K entre pacientes operados y no operados. Knutrud encontró que la excreción de K aumenta con la cirugía en los neonatos; respecto al Na, no se encontró retención, en contraposición con los estudios de Wilkinson, quien opina que existe retención de Na y agua. Weldon encontró resultados semejantes.

Esto pudiera explicarse por la inestabilidad metabólica del niño, otra razón puede ser la falla general de cuantificar tipo y cantidad específica de líquidos y electrólitos administrados durante la cirugía.³

Los cambios en los valores normales de K, se descubren con facilidad mediante el estudio cuidadoso del trazo eléctrico del corazón.

Las alteraciones electrocardiográficas deben considerarse sobre todo como causadas por disminución de la relación K intracelular y K extracelular, lo que también explica por qué un K extracelular normal puede ocasionar un cuadro eléctrico semejante.

Los signos eléctricos que caracterizan a la hipokalemia con kalocitogenia son:

- a) Desniveles negativos de RS-T con espacio QT alargado (DII-DIII-aVF-V4-V6).
- b) Ondas T negativas con QT largo (V2-V6).
- c) Extrasístoles ventriculares o auriculares.
- ch) Ondas U prominentes con espacio QU largo, mientras que el espacio QT se conserva normal.

d) Onda U bifida que puede llegar a dar la impresión de dos ondas U.

Las alteraciones descritas desaparecen rápidamente al administrar K.

Las alteraciones electrocardiográficas en la hiperpotasemia están en proporción directa del aumento del nivel del K del suero sanguíneo y por orden de aparición son:

a) Aumento en el voltaje y disminución de la duración de la onda T que se vuelve simétrica y acuminada y las cifras de K, varían hasta 7 mEq.

b) Bradicardia sinusal, la onda P se aplana y llega a desaparecer, estableciéndose ritmo nodal que alcanza cifras de más de 7 mEq.

c) Si no hay ritmo nodal y las cifras son entre 7 y 8 mEq de K, es frecuente la aparición del bloqueo AV de grado variable que pueda llegar a ser completo.

d) Cuando llega a valores extremos 9, 10, 11, o más mEq, el complejo QRS se ensancha considerablemente y semeja la morfología general de los bloqueos de rama.⁶

Durante la cirugía y el periodo postoperatorio inmediato, la glucosa derivada del glucógeno hepático es el substrato de energía más importante; después de agotarse el glucógeno, las proteínas y las grasas mediante la gluconeogénesis, constituyen el aporte energético. Las ventajas de administrar glucosa son que previene la hipoglucemia y suple las necesidades metabólicas.

El uso transoperatorio de soluciones como el Harttman, tiene varios efectos que incluyen:

1. Conservar la hemodinamia renal; en oposición a la depresión del flujo sanguíneo renal y porcentaje de filtración glomerular al administrar soluciones sin sal.
2. Prevenir en el postoperatorio la retención aguda de agua y la falla renal aguda.
3. Disminuir la frecuencia de hipotensión transoperatoria y postoperatoria.
4. Disminuir la necesidad de transfusión sanguínea y el uso de una solución fisiológica semejante en composición al espacio intersticial.
5. La administración de electrólitos y glucosa durante la anestesia, obviamente importante.

Las dos causas de muerte más frecuentes en el infante son la hipoxia y el reemplazo inadecuado de pérdidas de líquidos y electrólitos. Por tanto, tal vez disminuiría la mortalidad quirúrgica, por la eliminación de la deficiencia de agua y electrólitos como origen de error.⁴

El objeto de este trabajo es investigar la administración más adecuada de soluciones durante la cirugía del paciente pediátrico, partiendo de la hipótesis que el trauma quirúrgico influye en el metabolismo de los electrólitos (Na, K, Cl), lo que puede corregirse administrando durante la cirugía soluciones con electrólitos.

MATERIAL Y MÉTODO

Se estudiaron pacientes pediátricos programados para cirugía cuyas edades variaron de cuatro a 12 años; se midieron el peso y la talla según las percentilas usadas en México, todas normales conforme con su edad (cuadro I).

CUADRO I. RELACION EDAD SEXO

Edad (años)	Masculino	Femenino	Núm. de casos
4	2	3	5
5	2	2	4
6	3	1	4
7	1	1	2
8	0	1	1
9	0	1	1
10	1	1	2
11	0	0	0
12	1	0	1
Total	10	10	20

Se consignaron el tipo de alimentación, así como las condiciones de higiene e ingreso económico familiar en relación con tres niveles socioeconómicos (bajo, medio y alto). Ninguno tenía antecedentes de patología renal o metabólica que influyera en el metabolismo de electrolitos. Su estado de hidratación debía ser óptimo para ser incluidos en el estudio; así como los signos vitales, el estado clínico y las cuantificaciones preoperatorias de exámenes clínicos (hemoglobina, valor hematócrito, química sanguínea y pruebas de coagulación).

Se excluyeron del estudio los niños con antecedentes de patología renal o metabólica, así como los que durante la exploración física mostraron alteraciones cardiovasculares, respiratorias o renales; también los desnutridos y obesos y los que tenían manifestaciones de desequilibrio hidroelectrolítico al ingreso o al llegar al quirófano.

A los pacientes que se incluyeron en el estudio se les permitió cenar e ingerir bebidas si así lo desearon hasta ocho horas antes de la operación programada.

Se compusieron diez parejas para consti-

CUADRO II. NIÑAS

Pareja	Grupo	Edad en años	Peso en Kg.	Estatura en metros	Solución
1	1	4	16	1.07	Harttman
1	2	4	15.7	1.06	Glucosado
2	1	5	20	1.20	Glucosado
2	2	6	21	1.18	Harttman
3	1	7	23	1.22	Glucosado
3	2	9	32	1.35	Harttman
4	1	4	16.9	1.05	Glucosado
4	2	5	18	1.12	Harttman
5	1	8	25	1.28	Glucosado
5	2	9	30	1.40	Harttman

CUADRO III. NIÑOS

Pareja	Grupo	Edad en años	Peso en kg.	Estatura en metros	Solución
6	1	12	40	1.50	Harttman
6	2	10	35	1.38	Glucosado
7	1	6	23	1.15	Harttman
7	2	6	25	1.15	Glucosado
8	1	4	18	1.05	Harttman
8	2	4	18.5	1.07	Glucosado
9	1	6	22	1.16	Harttman
9	2	5	20	1.10	Glucosado
10	1	5	21	1.10	Glucosado
10	2	7	25	1.20	Harttman

tuir dos grupos en los que se consideró la edad, el peso, la talla, el sexo y el nivel socioeconómico para comparar la evolución de quienes recibieron solución glucosada al cinco por ciento con los que recibieron solución Hartman. A estas soluciones se les quitó la etiqueta correspondiente para no permitir su identificación y se colocó en su lugar una tela adhesiva con una clave (esta selección se hizo por un médico ajeno al tratamiento anestésico del paciente) (cuadros II y III).

Los grupos se compusieron según ingresaron los pacientes. Por tanto, un grupo recibió solución glucosada al cinco por ciento y el otro solución Hartman, las que se administraron por vía intravenosa durante el transoperatorio. Estas soluciones se presentan en frascos de 250 mililitros.

A los pacientes seleccionados para el estudio, se les hizo electrocardiograma y se dieron indicaciones de ayuno de ocho horas y de no canalizar vena hasta su arribo al quirófano. Así mismo, indicaciones respecto a la medicación preanestésica, en las que se administró un anticolinérgico (escopolamina 100 mcg./10 Kg.) y un ansiolítico (diazepam 200 mcg./Kg.) los que se aplicaron por vía intramuscular.

Al llegar al quirófano se llenó la hoja de co-

lección de datos, donde se consignó el estado de conciencia y según el mismo, se decidió el método de inducción; si el paciente cooperaba, se canalizó vena y se tomó la primera muestra; si el paciente no cooperaba, se efectuó la inducción con agentes inhalatorios (halotano-N₂O-O₂) o I.M. (Ketamina 4mg./Kg.) (cuadro IV).

Se administró la solución elegida previamente al azar a razón de 6 ml./Kg. de peso/hora de cirugía más las pérdidas calculadas mediante gravimetría. Se cuantificaron los valores de glucosa (método de orthotoluidina), y de Na, K, Cl (flamometría).

Se midieron signos vitales cada diez minutos, anotándose en hoja de colección de datos.

El tipo de cirugía se anota en el cuadro V.

En sala de recuperación, a su arribo se tomó la segunda muestra de sangre y se envió al laboratorio, así mismo se tomó electrocardiograma que se interpretó con auxilio del servicio de cardiología (cuadro VI).

RESULTADOS

Se dieron valores arbitrarios (cero, uno, dos y tres) a los resultados obtenidos con los dos tipos de soluciones.

CUADRO IV. METODO INDUCCION. ESTADO DE LA CONCIENCIA.

Inducción	Casos	Venoclisis	Casos	Estado de la conciencia	Casos
I.M.	5	Después	5	Inquieto no cooperador	5
I.V.	13	Antes	13	Sedado cooperador	8
Inhalatorio	2	Antes	2	Alerta cooperador	7

CUADRO V. TIPO DE CIRUGIA. TIEMPO

Cirugía	Núm. de casos	Tiempo en minutos	S.G.	S.H.	Masculino	Femenino
Anoplastia	1	30,90,20,60	—	1	—	1
Amigdalectomía	8	30,30,20,60 30,90,40,20	3	5	3	5
Estrabismo (correc.)	2	60,60	2	—	—	2
Tridectomía	1	120	1	—	—	1
Ext. lipoma	2	20,20	1	1	1	1
Orquidipexia	1	60	—	1	1	—
Adenoidopexia	1	50	—	1	1	—
Ext. pólipo rectal	1	20	1	—	1	—
Ext. catarata	1	60	—	1	1	—
Plastia paladar	1	30	1	—	1	—
Debr. y lavado	1	20	1	—	1	—
Promedio		47.5				
Total	20		10	10	10	10

CUADRO VI. ELECTROCARDIOGRAMA-ELECTROLITOS (K.)

Pareja	Grupo	Solución	Preoperatorio	Postoperatorio	Electrólitos
2	1	GLuc.	Desnivel (—) RST-DII-V4	Desnivel (—) espacio QT-DII V4-V6	normales
2	2	Hart.	Normal	Normal	Normales
5	1	Gluc.	Normal	Normal	Normales
5	2	Hart.	Normal	Normal	Normales
6	1	Hart.	Desnivel (—) RST	Normal	Hipokalemia
7	1	Hart.	Normal	Onda T acumulada	Hiperkalemia
7	2	Gluc.	Normal	Normal	Normales
8	1	Hart.	Normal	Normal	Normales
9	1	Hart.	Normal	Normal	Normales
9	2	Gluc.	Normal	Normal	Normales
10	1	Gluc.	Normal	Normal	Normales
10	2	Hart.	Normal	Normal	Normales
Total	12 efectuados	8 No efectuados			

Cero, cuando éstos eran normales; uno cuando las alteraciones existentes eran ± 10 por ciento; dos cuando se alteraron ± 20 por ciento y tres cuando éstas eran + más del 20

por ciento. Como referencia de valores normales fueron:

Glucosa: 70 a 100 mg.; Na, 138 a 142 mEq., K, 3.9 a 5 mEq.; Cl, 98 a 106 mEq.

CUADRO VII. EVOLUCION PRE Y POSTOPERATORIA CIFRAS GLUCOSA, Na., K., Cl.

Bloque	Sol. glucosada al 5% Núm. unidad	Preoperatorio				Postoperatorio			
		Glucosa	Na	K	Cl	Glucosa	Na	K	Cl
1	2	0	1	0	0	0	2	1	0
2	1	0	1	0	1	3	1	0	1
3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0	0	1	0	0
5	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6	2	0	0	1	0	0	0	0	0
7	2	0	1	0	0	3	0	0	0
8	2	0	1	0	0	0	0	0	0
9	2	0	1	0	0	3	2	0	1
10	1	0	1	0	0	0	1	0	0
Sol. Hartman									
1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
2	2	0	1	0	0	1	1	0	0
3	2	0	1	0	0	0	0	0	0
4	2	0	1	0	0	0	1	0	0
5	2	0	0	0	0	1	0	0	1
6	1	0	0	1	0	2	1	0	1
7	1	0	1	0	0	0	1	2	1
8	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	0	2	0	0	0	1	0	0
10	2	0	0	0	0	0	0	0	0
0 = alteraciones $\pm$, 10%						Na	138-142 mEq.		
2 = alteraciones $\pm$ 20%						K	3.9-5 mEq.		
3 x alteraciones + del 20%						Cl	98-106 mEq.		

Se observó que las pacientes a quienes se administró solución glucosada al cinco por ciento, tuvieron el número mayor de alteraciones. Respecto a la glucosa, durante el preoperatorio los valores fueron normales y durante el

postoperatorio tres niños tuvieron alteraciones correspondientes al valor tres. Durante el preoperatorio, seis niños tuvieron alteraciones del Na catalogadas en el valor uno; en el postoperatorio dos niños tuvieron alteraciones con valor

CUADRO VIII. PROMEDIO-DERIVACION ESTANDAR

Valores Glucosa (mg.)	Rango	Sol. glucosada al 5%		Casos	Rango	Sol. Harttman		Rango
		Promedio	Der. estándar			Promedio	Der. estándar	
Preoperatorio	74-107	89	10.77	$\pm 1 \text{ D.E.} = 7$ $\pm 2 \text{ D.E.} = 3$	81-89	89	6.40	$\pm 1 \text{ D.E.} = 6$ $\pm 2 \text{ D.E.} = 4$
Postoperatorio	76-250	121	17.6	$\pm 1 \text{ D.E.} = 1$ $\pm 2 \text{ D.E.} = 6$ $\pm 3 \text{ D.E.} = 1$	75-126	96	18.08	$\pm 1 \text{ D.E.} = 5$ $\pm 2 \text{ D.E.} = 5$
Sodio (mEq)								
Preoperatorio	133-143	137.5	3.90	$\pm 1 \text{ D.E.} = 8$ $\pm 2 \text{ D.E.} = 2$	130-150	138.4	4.82	$\pm 1 \text{ D.E.} = 8$ $\pm 2 \text{ D.E.} = 1$ $\pm 3 \text{ D.E.} = 1$
Postoperatorio	125-142	134.5	5.67	$\pm 1 \text{ D.E.} = 8$ $\pm 2 \text{ D.E.} = 2$	130-142	137.5	5.02	$\pm 1 \text{ D.E.} = 8$ $\pm 2 \text{ D.E.} = 2$
Potasio (mEq)								
Preoperatorio	3.7-4.8	4.2	0.36	$\pm 1 \text{ D.E.} = 7$ $\pm 2 \text{ D.E.} = 3$	3.8-4.6	4.3	0.33	$\pm 1 \text{ D.E.} = 7$ $\pm 2 \text{ D.E.} = 3$
Postoperatorio	3.5-4.8	4.17	0.36	$\pm 1 \text{ D.E.} = 7$ $\pm 2 \text{ D.E.} = 3$	4.1-6.3 4.1-6.3	4.7 4.7	0.70 0.70	$\pm 1 \text{ D.E.} = 9$ $\pm 2 \text{ D.E.} = 1$
Cloro (mEq)								
Preoperatorio	94-106	101.6	3.74	$\pm 1 \text{ D.E.} = 7$ $\pm 2 \text{ D.E.} = 3$	100-105	103.4	1.18	$\pm 1 \text{ D.E.} = 4$ $\pm 2 \text{ D.E.} = 6$
Postoperatorio	87-105	98.5	5.40	$\pm 1 \text{ D.E.} = 6$ $\pm 2 \text{ D.E.} = 4$	94-100	101.9	4.45	$\pm 1 \text{ D.E.} = 7$ $\pm 2 \text{ D.E.} = 3$

dos y tres con valor uno. Respecto al potasio, en el preoperatorio un niño tuvo alteraciones valor uno y en el postoperatorio hubo otro igual. El cloro tuvo alteraciones valor uno en sólo un niño en el preoperatorio y en el postoperatorio dos niños tuvieron alteraciones catalogadas como uno.

A los pacientes que fueron tratados con solución Hartman en los valores de glucosa cuantificados en el preoperatorio no tuvieron alteraciones respecto al Na. Cinco niños tuvieron alteraciones en el preoperatorio, cuatro de ellos con valor uno y otro valor dos. El mismo número tuvo alteraciones en el postoperatorio, todos catalogados como uno. El potasio en sólo un paciente tuvo alteraciones en el preoperatorio que fueron valor uno, en el postoperatorio un niño tuvo alteraciones catalogada como dos. En relación con el cloro en el preoperatorio no hubo alteraciones, no así en el postoperatorio, de los cuales tres fueron incluidos en el valor uno.

Las alteraciones mayores fueron en los valores de glucosa y se observaron en los niños a quienes se les administró solución glucosada al cinco por ciento (cuadro VII).

Se valoraron los promedios de las cifras obtenidas así como las derivaciones estándar y se observó aumento en el postoperatorio, tanto en los niños tratados con solución glucosada al cinco por ciento como los que recibieron solución Hartman, aunque fue más significativo en los primeros.

Respecto al Na, disminuyó en el postoperatorio en ambos grupos, siendo más aparente en los que recibieron solución glucosada.

El K disminuyó en el postoperatorio en los pacientes a quienes se administró solución glucosada y aumentó en los que fueron tratados con solución Hartman.

Respecto al cloro, en el postoperatorio los dos grupos tuvieron disminución, más aparente en quienes se administró solución glucosada (cuadro VIII).

Seis niños no fueron incluidos en el estudio por diversos motivos, la mayoría de ellos fue porque no se efectuaron las cuantificaciones según el esquema planeado.

COMENTARIOS

Se concluyó que los resultados obtenidos

en el estudio no tienen valor estadístico, pues el tamaño de la muestra fue pequeña, aunque sirve de base para estudios futuros de los cambios habidos en el metabolismo tanto de la glucosa como del sodio, potasio y cloro; fue difícil reunir un número mayor porque la mayoría de la cirugía en infantes está catalogada como cirugía mayor.

Los hallazgos confirman nuestra hipótesis inicial de que la cirugía influye en el metabolismo de los electrolitos, por lo que es adecuado administrar en el infante que será operado, una solución que contenga los elementos estudiados.

Esto concuerda con los estudios efectuados por J. Bennett,² aunque éstos fueron en neonatos, hacemos énfasis en que en la literatura revisada no se encontraron datos evaluables en el infante mayor, lo que impide hacer comparaciones.

Se eligieron sólo pacientes en quienes se efectuaron cirugías correctivas de poca duración y cuyas funciones fueron normales. La mayoría de las cirugías fueron amigdalectomías y se observó que en algunas la hemorragia fue moderada, lo que es un factor más a considerar. Sugerimos que en los estudios subsiguientes se incluyan sólo cirugías de una misma especialidad en las que el trauma quirúrgico es mínimo, como las de oftalmología.

Haber encontrado el número más grande de alteraciones en los pacientes a quienes se administró solución glucosada, permite aconsejar que debe administrarse no sólo el aporte energético, sino también substituir las necesidades básicas de electrolitos, por lo que la solución adecuada sería la mixta. Es conveniente, en estudios futuros, controlar la evolución de los infantes a quienes se administra solución mixta.

En lo futuro haremos el mismo tipo de estudios eliminando la mayoría de los factores que alteren los valores, como tiempo de cirugía, cantidad de hemorragia y agruparlos de manera homogénea. Respecto al medio socioeconómico, se sugiere la formulación de cuestionarios y la visita comunitaria para poder incluirlos en los diferentes estratos, ya que en este estudio la clasificación se hizo con base en la información obtenida de los familiares y considero que fue muy difidigna.

REFERENCIAS

1. YOUNG, D.G.: *Fluid balance in paediatric surgery*. Brit. J. Anaesth. 45:953, 1973.
2. BENNETT, E.; DAUGHETY, M.D.: *Fluid requirements for neonatal anaesthesia and operation*. Anesthesiology. 32: 343, 1970.
3. WINTERS, R.: *The body fluids in pediatrics*. B.W. Saunders. Philadelphia. 1973. Pág. 415.
4. BENNET, E.J.: *Fluid balance in the newborn*. Anesthesiology. 43:210, 1975.
5. SODI PALLARES, D. *Electrocardiografía clínica*. Salvat. Ed. México, 1968, Pág. 325.

JOH. ALPHONSI BORELLI
Neapolitani Matheseos Professoris
D E
M O T U
ANIMALIUM
P A R S P R I M A.
EDITIO NOVISSIMA,
Ab innumeris mendis & erroribus repurgata.
Additæ sunt post finem Partis Secundæ
JOHANNIS BERNOUILLII
Bafil. Med. Doct.
Meditationes Mathematicæ
DE MOTU MUSCULORUM.



LUGDUNI BATAVORUM,
Apud PETRUM VANDER Aa, Bibliopolam.
ANNO M DCC X.