

Comportamiento hidroelectrolítico y acidobásico con el empleo de soluciones salinas ligeramente hipertónicas en neurocirugía

Dr. José Antonio Pozo Romero^I; Humberto Fernández Ramos^{II}; Dra. Mayda Correa Borrell^{III} y Dr. José Fabio Carballo^{IV}

^IMédico Especialista en Anestesiología y Reanimación. Master en Urgencias Médicas. Profesor Asistente. Hospital Provincial Universitario Clínico Quirúrgico Manuel Ascunce Doménech. Camaguey. Cuba.

E-mail: japozo@finlay.cmw.sld.cu

^{II}Médico Especialista en Medicina General Integral. Master en Urgencias Médicas. Residente de Anestesiología y Reanimación. Hospital Provincial Universitario Clínico Quirúrgico Manuel Ascunce Doménech. Camarúey. Cuba.

^{III}Médico Especialista en Anestesiología y Reanimación. Master en Urgencias Médicas. Profesor Auxiliar. Hospital Provincial Universitario Clínico Quirúrgico Manuel Ascunce Doménech. Camaguey. Cuba.

^{IV}Médico Especialista en Medicina General Integral. Master en Urgencias Médicas. Residente de Anestesiología y Reanimación. Hospital Provincial Universitario Clínico Quirúrgico Manuel Ascunce Doménech. Camaguey. Cuba.

RESUMEN

Introducción: El empleo de solución salina normal, ligeramente hipertónica respecto al plasma, puede incrementar el gradiente osmótico y reducir los líquidos en órganos macizos (cerebro, hígado, corazón, riñones), pero también puede producir alteraciones en el balance hidroelectrolítico y ácido-básico. **Objetivo:** Determinar el comportamiento hidroelectrolítico y ácido básico en el paciente neuroquirúrgico con el empleo de soluciones salinas con diferente grado de tonicidad. **Material y método:** Se realizó un estudio comparativo, observacional y transversal en 24 pacientes tratados quirúrgicamente de forma intracraneal electiva, en el periodo comprendido de enero a junio del 2009, en el Hospital «Manuel Ascunce Domenech» de Camaguey. Los pacientes se asignaron aleatoriamente en tres grupos, con 8 pacientes cada uno. En el primero se empleó como solución de mantenimiento cloruro de sodio al 0,9 %, en el segundo cloruro de sodio al 1.1 % y en el tercero solución salina al 1.3 %, en todos los pacientes se empleó la misma técnica neuroanestésica. Las variables utilizadas fueron las

determinaciones séricas de electrolitos sodio, potasio y cloro, la osmolaridad plasmática, ph, PaCO₂, y bicarbonato estándar, expresándose los resultados en tabla.

Resultados: La osmolaridad sérica y los electrolitos medidos se mantuvieron dentro de parámetros normales en la mayoría de los pacientes. La alcalosis respiratoria presente no estuvo en relación con el uso de las soluciones de cloruro de sodio, sino con la hiperventilación. **Conclusiones:** Con el empleo de las tres soluciones no existieron desórdenes importantes del equilibrio hidroelectrolítico y ácido base, en la mayoría de los pacientes.

Palabras clave: Solución salina hipertónica en neuroanestesia.

INTRODUCCION

El tratamiento óptimo del volumen intravascular para mantener una adecuada presión de perfusión, así como la disminución del edema cerebral son algunas de las metas durante el tratamiento del paciente neuroquirúrgico; los cuales experimentan cambios rápidos de volumen intravascular debido a restricción en la administración de líquidos, hemorragia y administración de diuréticos. El conocimiento de las fuerzas que intervienen y las características del movimiento de líquido a través de los capilares cerebrales es fundamental para evitar un aumento en la presión intracraneal.¹

En el cerebro la barrera hematoencefálica es impermeable al sodio y al cloro. Su presencia hace que la osmolaridad sea el determinante principal para el movimiento del agua a través de esta barrera.^{1,2}

Si la osmolaridad es el factor más importante para el intercambio del agua entre el espacio intravascular y el espacio intersticial cerebral, es de suponerse que la administración de grandes cantidades de soluciones hipotónicas promovería la génesis del edema cerebral, no así la administración de soluciones hiperosmolares, las cuales disminuyen el edema cerebral.³

El empleo de solución salina normal, ligeramente hipertónica respecto al plasma, puede incrementar el gradiente osmótico y reducir los líquidos en órganos macizos (cerebro, hígado, corazón, riñones), pero también puede producir alteraciones en el balance hidroelectrolítico y ácido-básico.⁴

Fueron nuestros objetivos determinar el comportamiento hidroelectrolítico y ácido básico en el paciente neuroquirúrgico con el empleo de soluciones salinas con diferente grado de tonicidad.

METODOS

Se realizó un estudio comparativo, observacional, transversal en 24 pacientes programados para neurocirugía electiva mediante técnicas intracraneales (craneotomías para extirpación de tumores supra e infratentoriales y presillamiento de aneurismas); con el objetivo de determinar el comportamiento hidroelectrolítico y ácido básico con el uso de soluciones salinas ligeramente hipertónicas. Los pacientes se asignaron aleatoriamente en tres grupos con 8 pacientes cada uno. En el primero se empleó como líquido de mantenimiento intraoperatorio la solución de cloruro de sodio (NaCl) al 0.9 %, en el segundo grupo se utilizó la solución de NaCl 1.1 % y en el tercero NaCl al 1.3 %. En el periodo comprendido de Enero 2009 a Junio del 2009, en el hospital universitario clínico quirúrgico "Manuel Ascunce Domenech" de la ciudad de Camagüey.

Técnicas y Procedimientos

Medicación preanestésica: Midazolam 0.05 mg/Kg por vía endovenosa (EV)

Inducción: Propofol 2mg/kg + Fentanil 2 µg/Kg + Succinil colina 1 mg/Kg, previa precurarización con vecuronio 2mg (EV).

Mantenimiento: O₂ + Aire + Propofol 100 µg/kg/minuto (EV) + Fentanil 5 µg/kg/hora (EV) + vecuronio 2 µg/kg/minuto (EV).

Monitorización: Frecuencia Cardíaca, Tensión Arterial invasiva y no invasiva, Dióxido de Carbono telespiratorio, Electrocardiografía, Gasto urinario, Gases y electrolitos en sangre (sodio, potasio y cloro), Parámetros de ventilación y oxigenación.

Ventilación Mecánica Intraoperatoria: Modo Volumen control, Volumen Tidal (Vt)= 10ml/ kg, Frecuencia Respiratoria (Fr) inicial a 12 resp/minuto hasta obtener una PaCO₂ entre 25-30 mm de mercurio, Volumen minuto variable según Fr, Fracción inspirada de Oxígeno (FiO₂) al 0.5%.

En todos los pacientes se empleó Manitol 1 gr/kg asociado a Furosemida 40 mgs (EV), antes de la apertura de la duramadre. Se determinaron gases y electrolitos en sangre a las dos horas posteriores a la apertura de la duramadre. Los líquidos administrados fueron calculados de acuerdo con las necesidades basales, las pérdidas concurrentes (2ml/kg/hora) y sanguíneas, y la diuresis. Se requirió transfusión con paquete globular cuando las pérdidas sanguíneas cuantificables fueron superiores al 20 % del volumen sanguíneo estimado.

Forma de preparación de la solución NaCl al 1.1%: Por cada 1000ml de NaCl 0.9 % se añadió 2gr de NaCl al 20 %.

Forma de preparación de la solución NaCl al 1.3% : Por cada 1000ml de NaCl 0.9 % se añadió 4gr de NaCl al 20 %.

Obtención de la información: Las variables utilizadas fueron determinación de electrolitos sodio, potasio y cloro, además de gases en sangre y el cálculo de la osmolaridad según la fórmula:

$$2 \text{ (Sodio meq/l)} + \text{Glicemia mmol/l} + \text{urea mmol/l}$$

Procesamiento de la información: Los datos obtenidos fueron procesados mediante el paquete estadístico SPS para Windows versión 10.0, se utilizó estadística descriptiva, distribución de frecuencias y por ciento, expresándose los resultados en una tabla.

Definiciones operacionales:

Parámetro medido	Normal	Elevado	Disminuido
Osmolaridad sérica	285-295 mosm/kg	Superior a 295	Inferior a 285
Natremia	130-140 meq/l	Superior a 140	Inferior a 130
Calemia	3.5-5.5 meq/l	Superior a 5.5	Inferior a 3.5
Cloremia	95-105 meq/l	Superior a 105	Inferior a 95
Ph	7.35-7.45	Superior a 7.45	Inferior a 7.35
PaCO ₂	35-45 mmHg	Superior a 45	Inferior a 35
Bicarbonato	21-27 meq/l	Superior a 27	Inferior a 21

RESULTADOS

La osmolaridad sérica y la natremia se mantuvieron dentro de límites normales en la totalidad de los pacientes en los cuales se empleó solución de NaCl 0.9 % y NaCl 1.1 % respectivamente. Mientras que en la que se utilizó NaCl 1.3% existieron 2 pacientes (25.0 %) con osmolaridad elevada y 6 (75.0 %) con osmolaridad normal.

En cuanto a la concentración sérica de potasio y cloro la mayoría de los pacientes mostraron una normalidad en estos parámetros, siendo de un 100% con el uso de NaCl 1.1% y NaCl 0.9% respectivamente.

El ph fue elevado en el 100 % de los pacientes tratados con solución salina al 1.1 % y la PaCO₂ disminuida en todos los pacientes de este mismo grupo. Los valores de estos parámetros también se comportaron hacia la alcalosis respiratoria en una gran parte de los pacientes en los que se utilizaron soluciones al 0.9 y 1.3 %; y en pocos casos se mantuvieron normales (37.5 % y 25.0 % respectivamente).

El bicarbonato estándar medido, fue variable en los tres grupos de pacientes y no existió ningún porcentaje en el cual estas cifras se observaran elevadas. Se mantuvo normal en casi todos los pacientes tratados con NaCl 0.9 % (6 que representa un 75 %); disminuido en 5 (62.5 %) en el segundo grupo y en igual proporción los valores estuvieron normales y disminuidos, 4 (50 %), en el tercer grupo.

DISCUSIÓN

Debido a que el movimiento de agua dentro del cerebro se basa en la presencia de gradientes osmóticos, es claro que la elección de soluciones hipotónicas en la conducta de los pacientes neuroquirúrgicos, de acuerdo con las leyes de Starling, ocasionará un aumento en el contenido de agua cerebral con la inevitable formación de edema cerebral y facilitará la presencia y contribuirá al desarrollo y permanencia de edema vasogénico; la administración de soluciones salinas por otro lado incrementará el gradiente osmolar del plasma produciendo de acuerdo con las mismas leyes de Starling, una disminución en el agua cerebral, lo que condicionará una reducción en la masa cerebral que facilitará el trabajo neuroquirúrgico.⁵⁻⁷ Sin embargo, la administración de este tipo de soluciones puede facilitar el desarrollo de acidosis metabólica hiperclorémica.^{8,9}

Un incremento en la concentración del cloro relativa a las concentraciones de sodio y potasio, producirán una diferencia en los iones del plasma, que incrementarán la concentración de hidrogeniones y ocasionarán la acidosis. Esta acidosis metabólica se puede corregir no tanto por el contenido de bicarbonato sino por su contenido de sodio.⁹ Algunos autores^{8,9} consideran que la acidosis dilucional o acidosis hiperclorémica es una entidad clínica que no tiene repercusión clínica y que su único tratamiento consiste en la recuperación del gradiente oncótico y el restablecimiento del sodio mediante la administración de bicarbonato. En nuestro estudio no se encontró ningún paciente con este tipo de desorden hidroelectrolítico y acidobase.

La hipernatremia es el contenido de sodio plasmático por arriba de 145 mmol/L, y es una alteración electrolítica más común que la hiponatremia.^{10,11}

Generalmente la causa principal de esta alteración es de origen iatrogénico, ya sea por la administración de cargas importantes de sodio como por alteraciones en su corrección. La pérdida neta de agua es la causa más común y puede ocurrir en ausencia de déficit de sodio (pérdida pura de agua) o en su presencia (pérdida de líquidos hipotónicos).¹⁰

La administración de líquidos hipertónicos (salina normal, o salina hipertónica) recomendada para el tratamiento de la hipertensión intracraneal y el edema cerebral no debe incrementar el sodio plasmático por arriba de los 155 mmol/L.^{6,7,10}

En la mayoría de los pacientes se mantuvo una concentración sérica de sodio dentro de límites normales a pesar del reemplazo con solución salina hipertónica, por la pérdida compensatoria de este en la orina debido al empleo de diuréticos osmóticos y de ASA.

Las soluciones hipertónicas no solamente disminuyen la PIC sino que también por su efecto adicional de expansor de volumen provee soporte hemodinámico. El goteo continuo de soluciones hipertónicas mantiene el sodio sérico estable, previniendo la hiponatremia de rebote la cual se asocia con el aumento de la PIC, además se mantiene un control de la presión arterial.^{4,5}

Las alteraciones en el ión potasio en el paciente neuroquirúrgico se debe fundamentalmente a la pérdida de este electrolito a través de la orina por el empleo crónico de diuréticos potentes como la furosemida y el manitol¹², pese a esto en

nuestro estudio no se determinaron disminuciones importantes de este catión en sangre debido a la reposición durante el periodo intraoperatorio.

La alcalosis respiratoria es debida a la hiperventilación controlada en estos pacientes, lo que lleva a un descenso de la PaCO₂ por debajo de los límites normales; esto determina un incremento en la excreción renal de bicarbonato para compensar la alcalosis respiratoria.¹³

Sin embargo algunos estudios indican que la contribución del mecanismo renal para compensar este trastorno es de pequeña significación cuantitativa.¹⁴

Aunque teóricamente podría esperarse con empleo de solución salina hipertónica, la asociación de una alcalosis respiratoria con acidosis metabólica hiperclorémica, este trastorno mixto no fue encontrado en esta investigación.

Se concluye que la osmolaridad sérica y la natremia se mantuvieron dentro de límites normales en la totalidad de los pacientes en los cuales se empleó solución de NaCl 0.9 % y NaCl 1.1 % respectivamente. La concentración sérica de potasio y la concentración sérica de cloro estuvieron dentro de parámetros normales en la mayoría de los pacientes de nuestra investigación. Existió una alcalosis respiratoria en casi todos los pacientes del estudio en relación con la hiperventilación. La concentración sérica de bicarbonato fue variable en los tres grupos donde se observaron cifras normales y bajas. No existieron pacientes con acidosis metabólica hiperclorémica.

Anexo. Comportamiento hidroelectrolítico y ácido base con el empleo de soluciones de cloruro de sodio ligeramente hipertónicas en neurocirugía

Parámetro	Cloruro de sodio 0.9%			Cloruro de sodio 1.1%			Cloruro de sodio 1.3%		
	Normal	Elevado	Disminuido	Normal	Elevado	Disminuido	Normal	Elevado	Disminuido
Osmolaridad sérica (mosm/l)	8 (100%)	-	-	8(100%)	-	-	6 (75.0%)	2 (25.0%)	-
Natremia (meq/l)	8 (100%)	-	-	8 (100%)	-	-	6 (75.0%)	2 (25.0%)	-
Caemia (meq/l)	7 (87.5%)	-	1 (12.5%)	8 (100%)	-	-	6 (75.0%)	-	2 (25.0%)
Cloremia (meq/l)	8 (100%)	-	-	7 (87.5%)	1 (12.5%)	-	7 (87.5%)	1 (12.5%)	-
PH	3 (37.5%)	5 (62.5)	-	-	8 (100%)	-	2 (25.0%)	6 (75.0%)	-
PaCO ₂	3 (37.5%)	-	5 (62.5%)	-	-	8 (100%)	2 (25.0%)	-	6 (75.0%)
Bicarbonato estándar	6 (75.0%)	-	2 (25.0%)	3 (37.5%)	-	5 (62.5%)	4 (50.0%)	-	4 (50.0%)

Fuente: encuesta

p<0.05

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jaramillo-Magaña JJ. Complicaciones asociadas al uso de líquidos en el paciente neuroquirúrgico. *Anestesia en neurocirugía* 2009; 32 (1): 79-81.
2. Kehlet HG, Bundgaard-Nielsen M. Goal-directed perioperative fluid management: Why, when, and how? *Anesthesiology* 2009; 110: 453-455.
3. Qureshi AI, Suarez Jr: Use of hypertonic saline solutions in treatment of cerebral edema and intracranial hypertension. *Crit Care Med* 2000; 28 (6): 488-498.
4. While H, Cook D and Venkosh B. The use the hypertonic saline for treating intracranial hypertension. *Anesth Analg* 2006; 1836-1842.
5. Soto PS, Fernández JA. Hipertensión endocraneana secundaria a edema cerebral y la utilización de soluciones salinas hipertónicas y manitol en su tratamiento. *Neuroeje* 2006; 20(1):3-7.
6. Bhardway, Anish Ulatowki. Hypertonic saline solution in brain injury. *Crit Care* 2004; 126-131.
7. Use of Hyperosmolar therapy in the manegment of severe pediatric traumatic brain injury. *Crit Care Medicine* 2003; 31(6): 85-92.
8. Carrillo-Esper R, Visoso-Palacios P. Acidosis metabólica hiperclorémica en el perioperatoria. *Revista Mexicana de Anestesiología* 2006; 29 (4): 245-249.
9. Story DA, Franzca, Monivastu H. Hyperchloremic acidosis in the critically. *Anesth Analg* 2006; 103:127-139.
10. Androgué HJ, Madias NE. Hyponatremia. *New Engl J Med* 2000; 342: 1493-1499.
11. Nathan BR. Cerebral correlates of hyponatremia. *Neurocrit Care* 2007;06: 72-78.
12. Cinza SS, Nieto PL. Hipopotasemia. *Guías Clínicas del Centro de Salud Concepción Arenal. Santiago de Compostela* 2006; 6(8): 1-5.
13. Muizelaar JP, Marmaraou A, Ward JD. Adverse effects of prolonged hyperventilation in patients with severe head injury: a randomized clinical trial. *J Neurosurg* 1991; 75: 731-739.
14. Morgan TJ. Clinical review: The meaning of acid-base abnormalities in the intensive care uniteffects of fluid administration. *Crit Care* 2005; 9: 204-11.

Recibido: Octubre 12 del 2009.

Aprobado: Noviembre 5 del 2009.