

# Utilidad del empleo de la capnografía en la gastroenteritis aguda

M.ªJ. Solana García, R. López López, J. Adrián Gutiérrez, A. Peñalba Cítores, M. Guerrero Soler y R. Marañón Pardillo

Sección de Urgencias Pediátricas. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid. España.

## Objetivos

El estudio del CO<sub>2</sub> espirado mediante capnografía (PetCO<sub>2</sub>) proporciona un parámetro no invasivo del metabolismo sistémico, la perfusión y la circulación. Existen estudios que relacionan PetCO<sub>2</sub> con el estado metabólico de pacientes pediátricos con cetoacidosis diabética. La gastroenteritis aguda es causa de acidosis metabólica, por lo que la capnografía podría ser útil en estas situaciones.

El objetivo fue determinar la relación entre el PetCO<sub>2</sub> y el bicarbonato (HCO<sub>3</sub>) en plasma en niños con gastroenteritis y acidosis.

## Material y métodos

Estudio prospectivo desde abril de 2006 hasta enero de 2007 con niños con deshidratación secundaria a gastroenteritis y que presentaban en la analítica un pH inferior o igual a 7,30 y un HCO<sub>3</sub> inferior a 20 mEq/L. Se excluyeron niños con mala tolerancia del capnógrafo y con patología pulmonar de base.

Las variables recogidas fueron PetCO<sub>2</sub> y HCO<sub>3</sub> basal y a la hora del inicio de fluidoterapia intravenosa, datos epidemiológicos, clínicos, bioquímicos y necesidad de hospitalización.

## Resultados

La muestra fue de 25 pacientes (10 niñas y 15 niños) con una edad media de 11,6 + 10 meses (1-144 meses). Se encontró asociación estadísticamente significativa entre PetCO<sub>2</sub> y bicarbonato tanto basal como a la hora de la fluidoterapia intravenosa y se obtuvo un coeficiente de correlación de Pearson  $r = 0,61$  y  $r = 0,75$ , respectivamente.

## Conclusiones

La capnografía es un método no invasivo útil para estimar el estado metabólico de pacientes pediátricos con gastroenteritis y deshidratación.

## Palabras clave:

CO<sub>2</sub> espirado. Capnografía. Acidosis metabólica.

## USE OF CAPNOGRAPHY IN ACUTE GASTROENTERITIS

### Objective

End-tidal carbon dioxide (PetCO<sub>2</sub>) is a good predictor of circulation and metabolism. There are different studies that suggest PetCO<sub>2</sub> monitoring is a valuable and reliable tool to follow acidosis in pediatric patients with diabetic ketoacidosis. Acute gastroenteritis can cause acidosis, therefore, capnography could be useful in these situations.

The objective was to determine the relationship between PetCO<sub>2</sub> and bicarbonate (HCO<sub>3</sub>) in pediatric patients with acute gastroenteritis and acidosis.

### Methods

Clinical, prospective, observational study from April 2006 to January 2007. Children with acute gastroenteritis and dehydration and pH < 7.30 and HCO<sub>3</sub> < 20 meq/L in laboratory tests were included. Exclusion criteria included patients with not well tolerated capnography and respiratory illness.

Initial and post treatment PetCO<sub>2</sub> and HCO<sub>3</sub> were collected as well as demographic data, physical examination data, laboratory tests and hospitalization data.

### Results

Twenty-five children were included in the final analysis (10 female, 15 male). The mean age was 11.6 + 10 months (1-144 months). The correlation between PetCO<sub>2</sub> and serum bicarbonate was statistically significant with a Pearson's correlation coefficient of  $r = 0.61$  for initial values and  $r = 0.75$  for post treatment values.

### Conclusions

Capnography offers a noninvasive measurement of acidosis in pediatric patients with acute gastroenteritis and dehydration.

### Key words:

End-tidal carbon dioxide. Capnography. Metabolic acidosis.

**Correspondencia:** Dra. M.ªJ. Solana García.  
Fuente del Berro, 12, 5º D. 28009 Madrid. España.  
Correo electrónico: mjsolana@hotmail.com

Recibido en julio de 2007.  
Aceptado para su publicación en enero de 2008.

## INTRODUCCIÓN

La gastroenteritis aguda es la segunda infección más frecuente en la edad pediátrica después de las infecciones respiratorias. Representa una causa importante de morbimortalidad infantil principalmente en países subdesarrollados<sup>1,2</sup>, ya que en muchos casos se acompaña de deshidratación y acidosis metabólica. En España es un motivo frecuente de consulta en los servicios de urgencias.

La capnografía es un método no invasivo de bajo coste con diversas aplicaciones: permite verificar la posición del tubo endotraqueal<sup>3</sup>, objetivar la recuperación de la circulación espontánea tras la parada cardiorrespiratoria<sup>4</sup> y estimar el estado metabólico de pacientes pediátricos con cetoacidosis diabética<sup>5-7</sup>. La clasificación inicial de los pacientes pediátricos en urgencias debe ser rápida y eficaz, y debe obtenerse la mayor cantidad posible de información del paciente previa a una evaluación más detallada. El empleo de un método no invasivo, como es la capnografía, permite estimar el estado metabólico en el que se encuentran los pacientes de una forma rápida y muy aproximada, y ayuda a identificar aquellos pacientes que precisan una atención más precoz. Por otra parte, si existe alteración metabólica, será necesaria la realización de nuevos controles analíticos tras el empleo de fluidoterapia, y en muchas ocasiones se requerirá nueva venopunción, lo cual no deja de ser un procedimiento cruento que puede ser evitado con el empleo de la capnografía.

El objetivo de este estudio es evaluar la utilidad de la capnografía para conocer el estado metabólico de los pacientes pediátricos con gastroenteritis y deshidratación a su llegada a urgencias y tras la administración de fluidoterapia intravenosa para valorar su recuperación sin necesidad de repetir nuevas analíticas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional prospectivo y longitudinal desde abril de 2006 hasta enero de 2007 que incluyó a pacientes pediátricos que acudieron al Servicio de Urgencias del Hospital General Gregorio Marañón con un cuadro de gastroenteritis y acidosis metabólica, que presentaban en la analítica un pH inferior o igual a 7,30 y un bicarbonato (HCO<sub>3</sub>) inferior a 20 mEq/l. Quedaron excluidos aquellos pacientes que no toleraban las cánulas nasales por el llanto y los que presentaban patología pulmonar aguda o crónica.

El CO<sub>2</sub> espirado (PetCO<sub>2</sub>) se determinó mediante capnógrafo con gafas nasales Philips Smart Capline 02 Pediatrics adecuadas a la edad del paciente. El valor de PetCO<sub>2</sub> fue recogido por el equipo de enfermería, que debía dejar un tiempo de estabilización de entre 30 s y 1 min y recoger el valor más constante. Dicho equipo no estaba informado de los objetivos del estudio. El HCO<sub>3</sub> sérico venoso se estimó mediante analizador de gases Synthesis

25 Instrumental Laboratory. El grado de deshidratación de los pacientes se evaluó siguiendo la puntuación de la Academia Americana de Pediatría<sup>8</sup>, según la cual la deshidratación de grado 1 se refiere a una deshidratación del 3-5%; la de grado 2, del 6-10%, y la de grado 3, superior al 10%.

El estudio fue evaluado y aprobado por el comité ético del hospital. Todos los pacientes que entraron en el estudio lo hicieron tras la aceptación de consentimiento verbal.

Se recogieron diversas variables: CO<sub>2</sub> espirado y CO<sub>3</sub>H basales y a la primera hora, datos epidemiológicos, datos clínicos (grado de deshidratación, frecuencia respiratoria y cardíaca, presión arterial, temperatura), síntomas (número de deposiciones y vómitos, tiempo de evolución), parámetros bioquímicos (función renal y hepática, electrolitos, glucemia, equilibrio ácido-base) y la necesidad de hospitalización.

Los datos se trataron estadísticamente con el programa SPSS, versión 12.0, y se analizaron mediante un análisis de regresión lineal.

## RESULTADOS

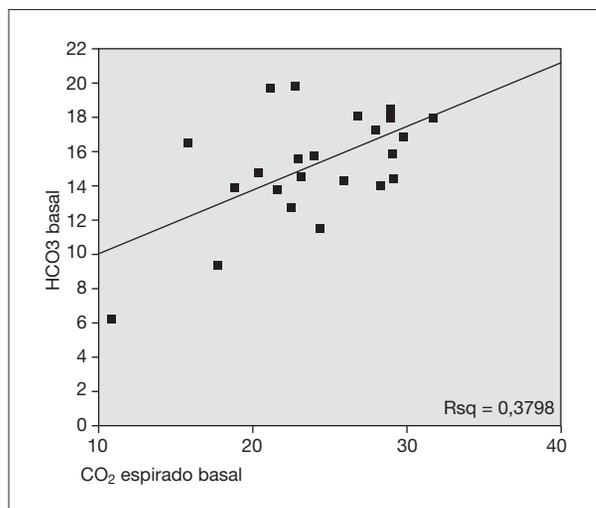
La muestra final de nuestro estudio fue de 25 pacientes, de los cuales 10 eran niñas y 15, niños. La edad media de los pacientes era de 11,6 ± 10 meses (rango de edad 1-51 meses). Las características de la muestra se describen en la tabla 1.

En el 48% de los niños se estimó una deshidratación de grado 1 y el 52% presentó una deshidratación de grado 2. El 64% de los pacientes requirió ingreso para corrección de la deshidratación o por intolerancia oral.

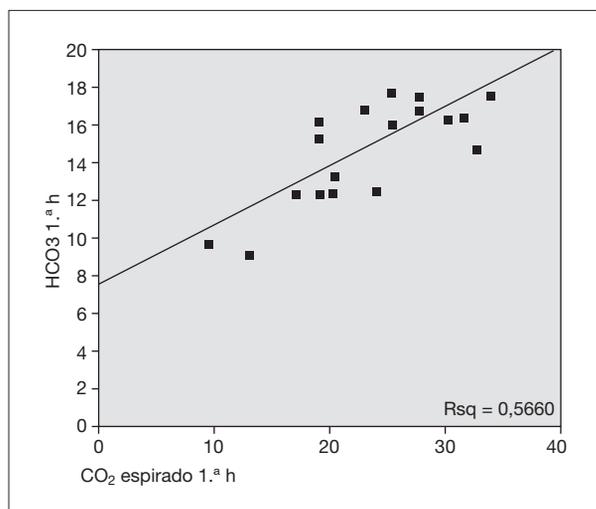
Los datos obtenidos se analizaron mediante un análisis de regresión lineal se obtuvo relación estadísticamente significativa ( $p < 0,001$ ) tanto para los valores basales de PetCO<sub>2</sub> y HCO<sub>3</sub> como para los valores obtenidos en la primera hora tras la corrección intravenosa con fluidote-

TABLA 1. Características de la muestra de estudio (n = 25)

Niños	15
Niñas	10
Edad (meses)	11,6 ± 10
Tiempo de evolución (días)	3,44 ± 2,13
Nº de deposiciones/día	8,64 ± 4,59
Nº de vómitos/día	3,92 ± 4,77
Porcentaje de deshidratación	5,92 ± 1,93
Exceso de bases	-10,6 ± 4,7
PetCO <sub>2</sub> basal	25,1 ± 5,34
PetCO <sub>2</sub> 1ª hora	24,8 ± 6,66
HCO <sub>3</sub> basal	15,3 ± 3,46
HCO <sub>3</sub> 1ª hora	15,5 ± 2,82
Urea	36,3 ± 17,0
Creatinina	0,36 ± 0,13
Sodio	138,8 ± 9,5
Potasio	4,1 ± 0,66



**Figura 1.** Representación gráfica de la relación lineal que existe entre  $\text{CO}_2$  y  $\text{HCO}_3$  basal.



**Figura 2.** Representación gráfica de la relación lineal que existe entre  $\text{CO}_2$  y  $\text{HCO}_3$  a la 1.ª hora.

rapia. El grado de asociación se estimó mediante el coeficiente de correlación de Pearson, que fue 0,61 para los valores basales y 0,75 para los valores a la primera hora (figs. 1 y 2).

Se calculó la recta de regresión lineal mediante la cual es posible estimar el valor de  $\text{HCO}_3$  inicial y a la hora de la fluidoterapia intravenosa a partir del  $\text{PetCO}_2$  inicial y a la hora, respectivamente;

$$\begin{aligned} \text{HCO}_3 \text{ basal} &= 0,37 + 6,19 \times \text{PetCO}_2 \text{ basal} \\ \text{HCO}_3 \text{ 1.ª hora} &= 0,31 + 7,46 \times \text{PetCO}_2 \text{ 1.ª hora} \end{aligned}$$

## DISCUSIÓN

La gastroenteritis aguda es un motivo frecuente de consulta en los servicios de urgencias pediátricas. En niños es

frecuente que se asocie deshidratación y acidosis metabólica, lo que genera una importante morbilidad que conlleva hospitalización y repetición de pruebas de laboratorio. Esto se traduce en un aumento del gasto hospitalario.

La corrección fisiológica de la acidosis metabólica se consigue mediante un incremento del volumen minuto generado por un aumento de la frecuencia respiratoria. Esto origina un descenso de la presión alveolar de  $\text{CO}_2$  ( $\text{PACO}_2$ ) y, por lo tanto, de la presión arterial de  $\text{CO}_2$  ( $\text{PaCO}_2$ ). La  $\text{PaCO}_2$  se relaciona íntimamente con la concentración plasmática de bicarbonato. La concentración de bicarbonato sérico, por lo tanto, permite estimar el grado de acidosis metabólica y deshidratación de los pacientes pediátricos, así como seleccionar aquellos que pueden tolerar la rehidratación oral<sup>9,10</sup>. Sin embargo, precisa la realización de una punción arterial o venosa, por lo que en pacientes de difícil canulación sería útil disponer de un método rápido no invasivo que ayude a la toma de decisiones terapéuticas<sup>9</sup>.

Diversos estudios demuestran que en pacientes con una complianza pulmonar normal existe relación entre el  $\text{CO}_2$  obtenido mediante capnografía ( $\text{PetCO}_2$ ) y la  $\text{PACO}_2$  y  $\text{PaCO}_2$ . Así Abramo et al<sup>11</sup> encontraron asociación entre  $\text{PetCO}_2$  y  $\text{CO}_2$  capilar en pacientes sin patología cardiopulmonar y Barton et al entre  $\text{PetCO}_2$  y  $\text{PaCO}_2$ <sup>12</sup>. Fearon et al<sup>5</sup>, Agus et al<sup>6</sup> y García et al<sup>7</sup> comprobaron la utilidad de la capnografía para conocer la gravedad de la acidosis en pacientes pediátricos con cetoacidosis diabética al encontrar correlación entre los valores de  $\text{PetCO}_2$  y  $\text{HCO}_3$  sérico.

Nuestro estudio demuestra que existe fuerte correlación entre la  $\text{PetCO}_2$  y la concentración de bicarbonato en plasma de pacientes con gastroenteritis y deshidratación. Esto puede ser de gran utilidad en la evaluación precoz de niños que acuden a urgencias con este cuadro, puesto que cuanto menor sea el valor de  $\text{PetCO}_2$ , mayor será el grado de acidosis metabólica y, por lo tanto, de deshidratación del paciente. Mediante los resultados obtenidos podemos cuantificar la concentración plasmática de bicarbonato a partir de la  $\text{PetCO}_2$  y, por lo tanto, estimar el grado de deshidratación y acidosis de nuestros pacientes sin necesidad de realizar venopunción.

Por otra parte, es el primer estudio que analiza la utilidad de la capnografía para evaluar la corrección de la acidosis metabólica tras el empleo de sueroterapia intravenosa y en el que se encuentra relación estadísticamente significativa entre  $\text{PetCO}_2$  y  $\text{HCO}_3$ . Esto podría resultar de interés en la práctica clínica puesto que evitaría la repetición de venopunciones en niños de difícil acceso vascular así como la repetición de analíticas que en algunos de los casos no serían necesarias.

El empleo de métodos no invasivos como la capnografía puede ayudar a seleccionar a aquellos pacientes que precisan una atención más precoz y en algunos casos, puede evitar la repetición de pruebas analíticas.

El tamaño muestral de nuestro estudio es relativamente pequeño, pero el fuerte grado de correlación de las variables estudiadas nos hace pensar que los resultados puedan ser extrapolables a una población mayor. Existe, además, un estudio previo en pacientes pediátricos que avala nuestros resultados<sup>7</sup>.

En conclusión, el CO<sub>2</sub> obtenido mediante capnografía proporciona un parámetro no invasivo útil para determinar el estado metabólico de pacientes pediátricos con gastroenteritis y deshidratación asociada. Permite, además, estimar la corrección de dicha acidosis tras el empleo de fluidoterapia intravenosa.

Los resultados obtenidos indican que el empleo de la capnografía puede ser de utilidad para la toma de decisiones terapéuticas y para la clasificación inicial de la gravedad de estos pacientes.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Filho EP, Da Costa Faria NR, Fialho AM, Se Assis RS, Almeida MM, Rocha M, et al. Adenoviruses associated with acute gastroenteritis in hospitalized and community children up to 5 years old in Rio de Janeiro and Salvador, Brazil. *J Med Microbiol*. 2007;56:313-9.
2. Wilhelmi I, Roman E, Sánchez-Fauquier A. Viruses causing gastroenteritis. *Clin Microbiol Infect*. 2003;9:247-62.
3. Sullivan KJ, Kisson N, Goodwin SR. End-tidal carbon dioxide monitoring in pediatric emergencies. *Pediatric emergency care*. 2005;5:327-32.
4. Pokorna M, Andrlík M, Necas M. End tidal CO<sub>2</sub> monitoring in condition of constant ventilation: A useful guide during advanced cardiac life support. *Prague Med Rep*. 2006;107:317-26.
5. Fearon DM, Steele DW. End-tidal carbon dioxide predicts the presence and severity of acidosis in children with diabetes. *Acad Emerg Med*. 2002;9:1373-8.
6. Agus MS, Alexander JL, Mantell PA. Continuous non-invasive end-tidal CO<sub>2</sub> monitoring in pediatric inpatients with diabetic ketoacidosis. *Pediatr Diabetes*. 2006;7:196-200.
7. García E, Abramo TJ, Okada P, Guzman DD, Reisch JS, Wiebe RA. Capnometry for noninvasive continuous monitoring of metabolic status in pediatric diabetes ketoacidosis. *Crit Care Med*. 2003;31:2562-3.
8. Subcommittee on acute gastroenteritis and provisional committee on quality improvement. Practice Parameter: The management of acute gastroenteritis in young children. *Pediatrics*. 1996;97:424-35.
9. Nagler J, Wright RO, Kraus B. End-tidal carbon dioxide as a measure of acidosis among children with gastroenteritis. *Pediatrics*. 2006;118:260-7.
10. Reid SR, Bonadio WA. Outpatient rapid intravenous rehydration and resolve vomiting in children with acute gastroenteritis. *Ann Emerg Med*. 1996;28:318-23.
11. Abramo TJ, Cowan MR, Scott SM, Primm PA, Wiebe RA, Signs M. Comparison of pediatric end-tidal CO<sub>2</sub> measured with nasal/oral cannula circuit and capillary PCO<sub>2</sub>. *Am J Emerg Med*. 1995;13:30-3.
12. Barton CW, Wang ES. Correlation of end-tidal CO<sub>2</sub> measurements to arterial PaCO<sub>2</sub> in nonintubated patients. *Ann Emerg Med*. 1994;23:560-3.