

Capnografía no invasiva: valoración del estado ventilatorio en niños diagnosticados de neumonía

J. Lorente, R. Marañón, P. Vázquez, C. Míguez, A. Mora, A. Rivas
Sección de Urgencias Pediátricas. Hospital General Universitario «Gregorio Marañón». Madrid

Resumen

Objetivo: Determinar si la medición de la capnografía en los pacientes pediátricos diagnosticados de neumonía tiene valor predictivo sobre la necesidad de ingreso hospitalario y el tiempo de hospitalización.

Material y métodos: Estudio observacional de 1 año de duración en el que se incluyeron pacientes de 2-16 años de edad diagnosticados de neumonía en el servicio de urgencias. En todos ellos se determinó la temperatura, la frecuencia respiratoria, la frecuencia cardíaca, la saturación de oxígeno (SatO₂) y el dióxido de carbono al final de la espiración (*end tidal carbon dioxide* [EtCO₂]) mediante capnografía con gafas nasales en el momento del diagnóstico y a las 48 horas. Se excluyeron del estudio los pacientes con broncoespasmo asociado, los que habían recibido tratamiento antibiótico en las 48 horas previas y los que tenían alguna enfermedad crónica.

Resultados: Se incluyeron 101 pacientes (un 59% mujeres), con una media de edad de 5,7 años. Precisarón ingreso 20 pacientes (19,8%). La media \pm desviación estándar del EtCO₂ en el momento del diagnóstico fue de 29,2 \pm 2,8 mmHg en los pacientes ingresados y de 30 \pm 3,6 mmHg en los no ingresados ($p > 0,05$). A las 48 horas del inicio del tratamiento, el EtCO₂ fue de 35,5 \pm 0,7 mmHg en los pacientes ingresados y de 30,7 \pm 3,3 mmHg en los no ingresados ($p > 0,05$). No se encontraron diferencias significativas entre el EtCO₂ en el momento del diagnóstico y a las 48 horas de tratamiento en el total de pacientes, ni en el grupo de ingresados ni en el de no ingresados. El EtCO₂ en el momento del diagnóstico no se correlacionó significativamente con la duración del ingreso ni con la SatO₂. Se observó una correlación inversa significativa entre el EtCO₂ y la frecuencia respiratoria, independiente de la temperatura en dicha correlación.

Conclusiones: En nuestro estudio, el EtCO₂ medido mediante capnografía no invasiva en niños diagnosticados de neumonía no ha demostrado ser un parámetro útil para predecir la necesidad de ingreso ni la evolución clínica de los pacientes.

©2015 Ediciones Mayo, S.A. Todos los derechos reservados.

Palabras clave

Capnografía, neumonía, niños

Abstract

Title: Assessment of ventilatory status with capnography in children diagnosed with pneumonia

Objective: To determine whether using capnography for pediatric can predict the need for admission to hospital and length of hospital stay.

Material and methods: We performed an observational prospective study for one year, in pediatric patients aged over 2 years with a diagnosis of pneumonia. The parameters measured (at diagnosis and 48 hours later) were: temperature, respiratory rate, heart rate, oxygen saturation, and end tidal carbon dioxide (EtCO₂) measured using capnography via a nasal cannula. The exclusion criteria were antibiotic treatment before diagnosis, bronchospasm at the time of diagnosis, and underlying chronic disease.

Results: 101 patients were enrolled (mean age, 5.7 years) of whom 59% were girls. Twenty patients (19.8%) were admitted to hospital. The mean \pm standar deviation value of EtCO₂ was 29.2 \pm 2.8 mmHg in admitted patients and 30 \pm 3.6 mmHg in those who were not admitted ($p > 0.05$). The mean EtCO₂ 48 hours after starting antibiotic treatment was 35.5 \pm 0.7 mmHg in admitted patients and 30.7 \pm 3.3 mmHg in those who were not admitted ($p > 0.05$). No significant differences were found for body temperature.

Conclusions: EtCO₂ measured in children diagnosed children with pneumonia was not useful for predicting the need for admission in hospital or length of stay.

©2015 Ediciones Mayo, S.A. All rights reserved.

Keywords

Capnography, pneumonia, children

Introducción

La capnografía tiene muchas aplicaciones clínicas, tanto en pacientes intubados como no intubados, y constituye una herramienta de gran valor para los médicos de urgencias, tanto en el ámbito hospitalario como en el extrahospitalario. Además de confirmar la posición endotraqueal del tubo, la capnografía puede proporcionar una evaluación del gasto cardiaco, permite medir la eficacia de las maniobras de resucitación en el caso de parada cardiorrespiratoria, valorar los niveles de dióxido de carbono al final de la espiración (*end tidal carbon dioxide* [EtCO₂]) en caso de traumatismo craneoencefálico, evaluar la respuesta al tratamiento en pacientes con dificultad respiratoria, determinar la adecuada ventilación en los pacientes con una alteración del estado mental y en los pacientes con convulsiones, y detectar una posible acidosis metabólica en los pacientes con diabetes y gastroenteritis¹.

Además de la capnografía no invasiva, se han desarrollado diferentes técnicas para medir el dióxido de carbono (CO₂) transcutáneo con el fin de estimar el CO₂ arterial sin realizar gasometrías. Estas técnicas se aplican en unidades de cuidados intensivos pediátricos y neonatales, pero no han logrado una gran difusión en los servicios de urgencias pediátricos.

Hasta ahora, los estudios publicados acerca del empleo de la capnografía en pacientes pediátricos con una patología respiratoria hacen referencia a la monitorización continua del EtCO₂. El principal objetivo de este estudio era determinar si la medición puntual de la capnografía en los pacientes pediátricos diagnosticados de neumonía en urgencias tiene un valor predictivo sobre la necesidad de ingreso hospitalario y el tiempo de hospitalización.

Material y métodos

Se realizó un estudio prospectivo observacional en un hospital terciario, entre junio de 2010 y junio de 2011. Fue aprobado por el comité de ética e investigación clínica, y todos los pacientes y/o tutores legales firmaron el consentimiento informado.

Se incluyeron niños mayores de 2 años de edad diagnosticados de neumonía. El diagnóstico se realizó según criterios clínicos por parte de un pediatra de urgencias, con confirmación radiológica por parte de un radiólogo pediátrico, definiendo neumonía como la opacidad homogénea del parénquima pulmonar con mínima pérdida (o nula) de volumen asociada, borramiento u ocultamiento de estructuras vasculares y que presenta a veces broncograma aéreo en su interior². Se excluyó a los pacientes que recibían tratamiento antibiótico previo al diagnóstico, los pacientes con broncoespasmo asociado en el momento del diagnóstico o cardiopatías congénitas, los que recibían tratamiento con broncodilatadores y/o corticoides, y los que presentaban un cuadro de vómitos y deposiciones líquidas con signos clínicos de deshidratación o enfermedad crónica asociada. Si durante el ingreso en planta cualquier paciente era susceptible de recibir tratamiento broncodilatador, también se excluía del estudio.

Los criterios de ingreso fueron los establecidos en la vía clínica del hospital: menores de 3 meses, mal estado general o

afectación respiratoria significativa, derrame pleural significativo, necesidades de oxigenoterapia, enfermedad subyacente, fracaso del tratamiento oral o mala tolerancia.

Para la determinación del EtCO₂ se empleó el capnógrafo portátil Microcap Microstream® Oridion, con gafas nasales Smart Capnoline® Microstream por absorción de infrarrojos (se disponía de dos tamaños de gafas en función de la edad del niño). El investigador monitorizó la forma de la onda de CO₂ espirado hasta que fuera estable durante un periodo de al menos 15 segundos. El investigador no participó en la toma de decisiones de manejo terapéutico ni de indicación de ingreso hospitalario.

Se recogieron datos sociodemográficos y clínicos: edad, sexo, neumonías previas, tiempo de evolución de la fiebre, presencia de tos, dolor torácico y/o dolor abdominal.

Las variables recogidas al inicio del estudio fueron las siguientes: temperatura máxima, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, temperatura axilar, SatO₂, EtCO₂ y presencia de derrame pleural (la SatO₂ y el EtCO₂ se determinaron al mismo tiempo). Los pacientes incluidos se citaron a las 48 horas en el servicio de urgencias, para recoger las mismas variables que en el momento del diagnóstico.

Análisis estadístico

Las variables continuas se presentaron como media \pm desviación estándar (DE) en las variables con distribución normal, y como medianas y percentiles en las variables con distribución no normal. La comparación de grupos se realizó mediante las pruebas de la t de Student y de la U de Mann-Whitney para muestras independientes. Para estudiar la asociación entre las variables numéricas se utilizó la correlación no paramétrica rho de Spearman. La asociación entre variables cualitativas se realizó mediante la prueba de la χ^2 y el test exacto de Fisher. La significación estadística se estableció para un valor de $p < 0,05$. Se analizaron los datos utilizando el programa estadístico SPSS versión 18.0.

Resultados

En el periodo de estudio se diagnosticaron 367 neumonías, 272 en niños mayores de 2 años, de los que finalmente se incluyeron 101. Se excluyeron 65 pacientes por presentar un broncoespasmo asociado, 38 por estar en tratamiento antibiótico, 30 por recibir tratamiento con broncodilatadores y/o corticoides, 26 por tener antecedente de cardiopatía y 12 por tener alguna enfermedad crónica. La media de edad de los 101 pacientes incluidos (un 59% mujeres) era de 5,7 años, y en 14 de ellos no se realizó un control a las 48 horas. En la tabla 1 se recogen otras características de la población de estudio.

Veinte pacientes requirieron ingreso (19,8%), 17 de ellos en el momento del diagnóstico, 1 a las 24 horas y 2 a las 48 horas (tabla 1). Todos ellos cumplían alguna de las indicaciones de ingreso hospitalario recogidas en la vía clínica del hospital. Ninguno de los pacientes ingresados presentó complicaciones significativas y ninguno precisó ingreso en cuidados intensivos.

TABLA 1		Características de la población de estudio	
Edad, media (mediana), años		5,7 (4,4)	
Sexo, n (%):			
Mujeres	60 (60)		
Varones	41 (40)		
Neumonía previa, n (%)	21 (20,8)		
Derrame pleural, n (%)	6 (5,9)		
Clínica en el momento del diagnóstico, n (%):			
Fiebre	101 (100)		
Tos	90 (89)		
Dolor torácico	27 (26,7)		
Dolor abdominal	37 (36)		
Persistencia de la fiebre a las 48 h, n (%):			
No ingresados (n= 81)	6 (8,7)		
Ingresados (n= 20)	5 (29,4)		
Ingreso hospitalario, n (%):	20 (19,8)		
Afectación del estado general	6 (30)		
Insuficiencia respiratoria (SatO ₂ <92%)	5 (25)		
Vómitos e intolerancia oral	5 (25)		
Derrame pleural significativo	3 (15)		
Afectación respiratoria y/o >10 mm medido mediante ecografía	1 (5)		
SatO ₂ : saturación de oxígeno.			

Las variables clínicas y demográficas del grupo de ingresados y no ingresados en el momento del diagnóstico y las 48 horas se muestran en las tablas 2 y 3, respectivamente.

La media \pm DE del EtCO₂ en el momento del diagnóstico de los pacientes que requirieron ingreso fue de 29,2 \pm 2,8 mmHg, y de los que no ingresaron de 30 \pm 3,6 mmHg ($p > 0,05$).

La media del EtCO₂ a las 48 horas de haber iniciado el tratamiento antibiótico fue de 35,5 \pm 0,7 mmHg en los pacientes ingresados y de 30,7 \pm 3,3 mmHg en los no ingresados ($p > 0,05$).

La media del EtCO₂ de los pacientes no ingresados fue de 30 \pm 3,6 mmHg en el momento del diagnóstico y de 30,7 \pm 3,3 mmHg a las 48 horas ($p > 0,05$), y en los que requirieron ingreso fue de 29,6 \pm 2,8 mmHg en el momento del diagnóstico y de 35,5 \pm 0,7 mmHg a las 48 horas ($p > 0,05$). Analizando el total de pacientes incluidos, la media del EtCO₂ fue de 29,8 \pm 3,2 mmHg en el momento del diagnóstico y de 33,1 \pm 2 mmHg a las 48 horas ($p > 0,05$).

La mediana del EtCO₂ en pacientes ingresados por insuficiencia respiratoria fue de 27 mmHg (rango: 27-31), mientras que en los ingresados sin dificultad respiratoria fue de 29 mmHg (rango: 24-31) ($p > 0,05$).

TABLA 2		Variables clínicas y demográficas del grupo de pacientes ingresados (n= 17) y no ingresados (n= 84) en el momento del diagnóstico		
	Ingreso	Media \pm DE	<i>p</i>	
Edad (años)	No	5,3 \pm 2,6	0,85	
	Sí	7,2 \pm 10,2		
Fiebre máxima (°C)	No	39,2 \pm 0,7	0,06	
	Sí	39,7 \pm 0,5		
Tiempo de evolución (días)	No	3,3 \pm 3,2	0,82	
	Sí	3,6 \pm 3,6		
Peso (kg)	No	20,8 \pm 9,7	0,73	
	Sí	22,5 \pm 10,7		
Frecuencia respiratoria (resp/min)	No	30 \pm 7	0,65	
	Sí	35 \pm 9		
SatO ₂ (%)	No	96 \pm 1	0,12	
	Sí	95 \pm 2		
Frecuencia cardíaca (lpm)	No	125 \pm 17	0,006	
	Sí	138 \pm 19		
EtCO ₂ (mmHg)	No	30,06 \pm 3,6	0,26	
	Sí	29,2 \pm 2,8		
DE: desviación estándar; EtCO ₂ : end tidal carbon dioxide (dióxido de carbono al final de la espiración); SatO ₂ : saturación de oxígeno.				

TABLA 3		Variables clínicas del grupo de pacientes ingresados (n= 20) y no ingresados (n= 81) a las 48 horas del diagnóstico		
	Ingreso	Media \pm DE	<i>p</i>	
Frecuencia respiratoria (resp/min)	No	25 \pm 5	0,028	
	Sí	31 \pm 9		
SatO ₂ (%)	No	97 \pm 1	0,18	
	Sí	96 \pm 2		
Frecuencia cardíaca (lpm)	No	103 \pm 16	0,72	
	Sí	100 \pm 27		
EtCO ₂ (mmHg)	No	30,7 \pm 3,3	0,5	
	Sí	35,5 \pm 0,7		
DE: desviación estándar; EtCO ₂ : end tidal carbon dioxide (dióxido de carbono al final de la espiración); SatO ₂ : saturación de oxígeno.				

La media de estancia de los pacientes ingresados por neumonía fue de 4,1 \pm 1,6 días.

La media del EtCO₂ en el momento del diagnóstico (29,2 \pm 2,8 mmHg) y a las 48 horas (35,5 \pm 0,7 mmHg) de los pacientes ingresados no se correlacionó de forma significativa con la duración del ingreso ni con la SatO₂ ($p > 0,05$).

La media de la frecuencia respiratoria en el momento del diagnóstico de los pacientes no ingresados era de 30 \pm 7,9

resp/min, y la de los ingresados de $35 \pm 10,1$ ($p > 0,05$). A las 48 horas, en los niños no ingresados era de 25 ± 6 resp/min y en los ingresados de 31 ± 10 resp/min ($p > 0,05$).

Existe una correlación inversa significativa entre la frecuencia respiratoria y los valores de EtCO_2 en el momento del diagnóstico ($p = -0,379$) y a las 48 horas ($p = -0,304$); no encontramos ninguna influencia de la temperatura en dicha correlación.

Discusión

La capnografía no invasiva se emplea en pacientes pediátricos no intubados en distintas situaciones clínicas, como la rápida evaluación primaria (ABC) en pacientes críticos y/o politraumatizados, y la valoración del estado ventilatorio en pacientes con convulsiones, alteración del estado de conciencia o dificultad respiratoria aguda, así como para evaluar el estado metabólico en la diabetes mellitus y la gastroenteritis^{1,3-8}.

Si bien en los pacientes adultos no intubados con una enfermedad respiratoria aguda no se han correlacionado los valores del EtCO_2 con los de la presión arterial de CO_2 ^{1,9,10}, en niños con asma, bronquiolitis y neumonía se ha demostrado una correlación entre la presión venosa de CO_2 y los valores de EtCO_2 ¹¹. Con esta premisa nos planteamos el estudio del estado ventilatorio en los niños diagnosticados de neumonía no intubados.

Hasta la fecha, no hay ninguna publicación que evalúe el estado ventilatorio en pacientes pediátricos con neumonía mediante capnografía no invasiva. Los resultados que hemos obtenido indican que el estado ventilatorio medido por EtCO_2 no difiere entre los niños tratados ambulatoriamente y los que ingresan, ni en el momento del diagnóstico ni en la evolución a las 48 horas de tratamiento antibiótico. Tampoco es útil para predecir la duración del ingreso.

Al menos a partir de los resultados obtenidos, los valores de EtCO_2 no se pueden incluir como ayuda de decisión respecto a la necesidad de hospitalización de pacientes pediátricos con neumonía, a diferencia de la presencia de una insuficiencia respiratoria con hipoxemia medida por pulsioximetría, el estado tóxico o la intolerancia oral al antibiótico.

Ni siquiera en los niños ingresados hubo diferencias entre los que presentaban insuficiencia respiratoria y los ingresados por otros motivos, si bien el número de pacientes del primer grupo era escaso, lo que supone una limitación en nuestro estudio.

Sí hemos encontrado una correlación inversa entre la frecuencia respiratoria y los valores de EtCO_2 , tal como se corrobora en otros estudios publicados en pacientes con cetoacidosis diabética y gastroenteritis aguda con acidosis metabólica¹²⁻¹⁴. Cabría esperar que los pacientes pediátricos con neumonías más graves con una respiración polipneica presenten valores de EtCO_2 más bajos que los pacientes menos graves. No hemos podido constatar esta afirmación en nuestro trabajo, al no obtener diferencias significativas de frecuencia respiratoria entre los pacientes que ingresaban y los tratados ambulatoriamente.

Entre las limitaciones de este trabajo cabe mencionar que no se recogió el total de las neumonías diagnósticas; además, el número de pacientes con neumonía e insuficiencia respiratoria no es significativo, y no se ha determinado con parámetros objetivos el grado de insuficiencia respiratoria para poder valorar con mayor precisión el estado ventilatorio. Como mejor se refleja el valor real de la capnografía es determinando la tendencia del EtCO_2 , y no dos valores puntuales con una diferencia de 48 horas, tal como se realizó en nuestro estudio, lo que podría constituir una limitación más del mismo.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Baruch Krauss, MD, Division of Emergency Medicine, Children's Hospitals (Boston), los consejos ofrecidos en la elaboración del estudio y su revisión posterior. ■

Bibliografía

1. Baruch K. Advances in the use of capnography for nonintubated patients. *Israeli Journal of Emergency Medicine*. 2008; 8: 231-235.
2. Tuddenham J. Glossary of terms for thoracic radiology: recommendations of the nomenclature Committee of the Fleischner Society. *AJR*. 1984; 143: 509-517.
3. Bongard F, Wu Y, Lee TS. Capnographic monitoring of extubated postoperative patients. *J Invest Surg*. 1994; 7: 259-264.
4. Liu S, Lee T, Bongard F. Accuracy of capnography in non-intubated surgical patients. *Chest*. 1992; 102: 1.512-1.515.
5. Barton CW, Wang ESJ. Correlation of end-tidal CO_2 measurements to arterial PaCO_2 in non-intubated patients. *Ann Emerg Med*. 1994; 23: 560-563.
6. Wilson S, Farrel K, Griffen A. Conscious sedation experiences in graduate pediatric dentistry programs. *Pediatr Dent*. 2001; 23: 307-314.
7. Falk JI, Rackow EC. End-tidal carbon dioxide concentration during cardiopulmonary resuscitation. *N Engl J Med*. 1988; 318: 607-611.
8. Guidelines 2000 for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. Part 6: Advanced cardiovascular life support. Section 4: Devices to assist circulation. The American Heart Association in collaboration with the International Liaison Committee on Resuscitation. *Circulation*. 2000; 102: 1.105-1.111.
9. Whitesell R, Asiddao C. Relationship between arterial and peak expired carbon dioxide pressure during anesthesia and factors influencing the difference. *Anesth Analg*. 1981; 60: 508-512.
10. Hardman JG, Aitkenhead AR. Estimating alveolar dead space from the arterial to end-tidal CO_2 gradient: a modelling analysis. *Anesth Analg*. 2003; 97: 1.846-1.851.
11. Moses JM, Alexander JL. The correlation and level of agreement end-tidal and blood gas pCO_2 in children with respiratory distress: a retrospective analysis. *Pediatrics*. 2009; 9: 170-176.
12. Fearon DM, Steele DW. End-tidal carbon dioxide predicts the presence and severity of acidosis in children with diabetes. *Acad Emerg Med*. 2002; 9: 1.373-1.378.
13. Estevan G, Abramo TJ, Okada P, et al. Capnometry for noninvasive continuous monitoring of metabolic status in pediatric diabetic ketoacidosis. *Crit Care Med*. 2003; 31: 2.539-2.543.
14. Nagler J, Wright RO, Krauss B. End-tidal carbon dioxide as a measure of acidosis in children with gastroenteritis. 2006; 117: 260-267.