

La monitorización capnográfica en la parada cardiaca extrahospitalaria

LUIS DÍAZ DÍEZ-PICAZO, SANTIAGO BARROSO MATILLA, RICARDO CHICO CÓRDOBA, ÁNGELES GÓMEZ MUÑOZ

Grupo de Investigación sobre Capnografía. Servicio de Urgencia Médica de Madrid (SUMMA 112). Madrid, España.

CORRESPONDENCIA:

Dr. Luis Díaz Díez-Picazo
Madrid, España
E-mail: doclddp@gmail.com

FECHA DE RECEPCIÓN:

19-5-2010

FECHA DE ACEPTACIÓN:

7-7-2010

CONFLICTO DE INTERESES:

Ninguno
Premio la mejor comunicación oral en el XXI Congreso Nacional de la Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias, (Benidorm, 2009).

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Alonso Mateos por su apoyo en el diseño del estudio y a la Dra. Nelva Mata por su inestimable ayuda en el análisis estadístico y elaboración del manuscrito.

Objetivo: Analizar la eficacia de la monitorización capnográfica en la parada cardiorrespiratoria (PCR) extrahospitalaria, mediante la determinación de la capacidad de la capnografía y la capnometría para confirmar la intubación endotraqueal, la detección precoz de la recuperación de circulación espontánea mediante capnometría y el valor pronóstico de la capnometría sobre la capacidad de recuperación del paciente.

Método: Estudio descriptivo preliminar del estudio prospectivo en curso realizado con los 30 primeros casos de PCR no traumática en pacientes mayores de edad atendidos por siete unidades móviles de emergencia del SUMMA 112 durante el año 2008. Se recogieron datos clínicos evolutivos y de la monitorización capnográfica.

Resultados: De los 30 pacientes (70% varones, $64,5 \pm 16,3$ años), en 28 casos se observó capnograma tras el primer intento de intubación y en los dos restantes, la ausencia de capnograma se debió a la intubación esofágica. En ambos se obtuvo capnograma al segundo intento, y confirmó así la correcta intubación (valores predictivos positivo y negativo del 100%). No se observó diferencia en los valores de end-tidal CO_2 (ETCO_2) obtenidos tras el primer intento de intubación en presencia o ausencia de capnograma. De los ocho pacientes recuperados, en cinco de ellos (62,5%) se observó un incremento significativo del ETCO_2 anterior al cambio en la monitorización electrocardiográfica y a la detección de pulso carotídeo ($p < 0,05$). Finalmente, se observó que los valores de ETCO_2 al final de la reanimación cardiopulmonar (RCP) fueron significativamente mayores en los pacientes recuperados ($33,5 \pm 12,7$ mmHg) que en los fallecidos ($15,3 \pm 11,1$ mmHg; $p < 0,01$), y fueron mayores de 20 mmHg en todos los pacientes recuperados, tanto a los 20 minutos como al final de la RCP.

Conclusiones: La monitorización capnográfica en la PCR extrahospitalaria confirma eficazmente la posición del tubo endotraqueal mediante la presencia de capnograma y la capnometría puede, en algunos casos, ser el primer signo de recuperación de la circulación espontánea y emplearse como indicador pronóstico en la RCP prolongada. [Emergencias 2010;22:345-348]

Palabras clave: Capnografía. Parada cardiaca. Servicios de emergencia médica.

Introducción

La capnografía es una monitorización no invasiva de la ventilación introducida en los servicios de emergencia médica de nuestro país durante los últimos años¹. Su aplicación fundamental es la confirmación de la correcta colocación del tubo endotraqueal², y su uso rutinario en el paciente intubado es recomendado por diferentes sociedades médicas relevantes en el medio extrahospitalario³⁻⁶. La capnografía es el registro gráfico de la concentración de CO_2 durante el ciclo respiratorio, conocido como capnograma, y

muestra además el valor máximo de CO_2 en cada exhalación o *end-tidal* CO_2 (ETCO_2). El registro del ETCO_2 sin capnograma, se conoce como capnometría⁷.

El *European Resuscitation Council* (ERC) en sus Guías sobre Reanimación Cardiopulmonar (RCP) de 2005 recomienda el uso sistemático de capnografía durante la parada cardiorrespiratoria (PCR) para verificar la intubación correcta, y deja claro que la no detección de CO_2 puede ser debido a la intubación esofágica o al fallo de detección por la baja perfusión pulmonar en situación de PCR⁸. Además, recomienda la monitorización capnográfica.

fica como un indicador seguro y efectivo del gasto cardiaco durante la RCP y sugiere que el ETCO_2 se podría comportar como un indicador precoz de la recuperación de circulación y tener valor pronóstico sobre la capacidad de recuperación⁸. Entre la literatura que avala estas recomendaciones, los escasos trabajos publicados sobre capnografía en la PCR extrahospitalaria⁹⁻¹³ coinciden en la necesidad de realizar más estudios que aporten una evidencia más sólida. Por esto, consideramos conveniente diseñar una investigación cuyo objetivo general fuera analizar la eficacia de la monitorización capnográfica en la PCR extrahospitalaria. Los objetivos específicos planteados fueron: determinar la capacidad de la capnografía y la capnometría para confirmar la correcta intubación en la PCR, analizar si la capnometría detecta precozmente la recuperación de la circulación tras una RCP exitosa, y estudiar el valor pronóstico de la capnometría sobre la capacidad de recuperación del paciente.

Método

Estudio preliminar realizado desde enero de 2008 hasta enero de 2009 por siete unidades móviles de emergencia del SUMMA 112. Incluimos a 30 pacientes mayores de edad en PCR no traumática en los que se realizó RCP avanzada siguiendo las recomendaciones del ERC⁸. Como monitorización capnográfica se empleó un método de corriente lateral de bajo flujo (Microstream, Oridion)[®] integrado en el monitor desfibrilador Lifepack 12 (Physiocontrol, Medtronic Ibérica)[®]. Tras la intubación, se registró la presencia de capnograma tras seis capnogramas similares, así como el valor de ETCO_2 inicial. Posteriormente, se registró el ETCO_2 cada 5 minutos hasta el final de la RCP. Además, los investigadores reseñaron los eventos capnográficos observados, definidos como las variaciones de $\text{ETCO}_2 \geq 10$ mmHg mantenidas durante ≥ 1 minuto o un cambio persistente del capnograma. Al finalizar la asistencia, solicitamos el consentimiento informado a un familiar y cumplimentamos una hoja de recogida de datos en la que se registra: fecha y número de aviso, sexo, edad, ritmo inicial, monitorización capnográfica inicial (presencia de capnograma y valor de ETCO_2) y eventos capnográficos objetivados. Esta investigación fue autorizada por el Comité de Investigación del SUMMA 112.

Las variables analizadas fueron: sexo, edad, ritmo inicial, capnograma tras la intubación, ETCO_2 inicial, ETCO_2 a los 20 min, ETCO_2 final, eventos

capnográficos y motivo del cese de la RCP. Las variables cualitativas se expresaron como el número de casos y porcentajes y las cuantitativas como media \pm desviación típica. Posteriormente, se realizó un análisis específico para cada objetivo:

1. Para determinar la capacidad de la capnografía y la capnometría para confirmar la correcta intubación se calcularon los valores predictivos de la presencia de capnograma tras la intubación, y se analizaron los valores de ETCO_2 obtenidos tras la intubación del paciente mediante la prueba no paramétrica de Man-Whitney, por tratarse de variables no normales.

2. Para determinar la capacidad de la capnometría para detectar precozmente la recuperación de la circulación tras una RCP exitosa se analizó la relación existente entre la variable dependiente (motivo fin de RCP) y la variable independiente (evento capnográfico previo a la recuperación) con el test de la ji al cuadrado.

3. Para determinar el valor pronóstico de la capnometría sobre la capacidad de recuperación se analizó la relación entre la variable dependiente (motivo fin de RCP) y cada variable independiente (ETCO_2 inicial, ETCO_2 20 min y ETCO_2 final) mediante el test de Man Whitney. En todos los casos se estimó que existía asociación estadísticamente significativa si $p < 0,05$ y la fuerza de asociación se estimó mediante OR con un intervalo de confianza del 95%. El programa empleado para el análisis fue SPSS 14.0.

Resultados

De los 30 pacientes atendidos, 21 (70%) fueron varones y la edad media fue de $64,5 \pm 16,3$ años. El ritmo inicial más frecuente fue la asistolia (22 casos, 73%), seguido de la actividad eléctrica sin pulso (5, 17%) y la fibrilación ventricular (3, 10%). En la Tabla 1 se detallan las características principales de los pacientes en función de su evolución final.

Respecto a la capacidad de la capnografía y la capnometría para confirmar la correcta intubación, de los 30 casos, en 28 se observó la presencia de capnograma tras el primer intento de intubación. En los dos casos restantes, la ausencia de capnograma se debió a la intubación esofágica, obteniéndose el capnograma al segundo intento y confirmando así la correcta intubación, lo que supuso unos valores predictivos positivo y negativo del 100% (Tabla 2).

En cuanto a la capnometría, los valores de ETCO_2 obtenidos tras el primer intento de intubación

Tabla 1. Descripción de los pacientes incluidos en el estudio

	Recuperados N = 8	Fallecidos N = 22	p
Sexo (hombre/mujer)	6/2	15/7	1,00
Edad (años) (media ± DE)	70 ± 16,3	62,5 ± 16,2	0,23
Ritmo inicial (FV/Asistolia-AESP)	1/7	2/20	1,00
ETCO ₂ inicial (mmHg) (media ± DE)	27,1 ± 22,1	23,3 ± 15,7	0,66
ETCO ₂ 20 min (mmHg) (media ± DE)	38,7 ± 8,4	25,8 ± 22,8	0,11
ETCO ₂ final (mmHg) (media ± DE)	33,5 ± 12,7	15,3 ± 11,1	< 0,01
Eventos capnográficos (RCE/IOT)	5/1	3/1	1,00

FV: Fibrilación ventricular; AESP: Actividad eléctrica sin pulso; ETCO₂: End-tidal CO₂; RCE: Recuperación de la circulación espontánea; IOT: Evento capnográfico tras intubación (ausencia de capnograma).

fueron de 25 ± 17,7 mmHg cuando se objetivó capnograma y de 14,5 ± 6,4 mmHg en ausencia de capnograma (p = 0,18). En relación a la capacidad de la capnometría para detectar precozmente la recuperación de la circulación tras una RCP exitosa, ocho pacientes (26%) fueron recuperados e ingresados vivos en el hospital. En cinco de estos pacientes (62,5%) se observó un incremento del ETCO₂ > 10 mmHg anterior al cambio en el electrocardiograma y a la detección de pulso, valorándose esta relación entre el incremento del ETCO₂ y la recuperación de la circulación como estadísticamente significativa (p < 0,05).

En cuanto al valor pronóstico de la capnometría sobre la capacidad de recuperación, se observó que los valores de ETCO₂ al final de la RCP fueron significativamente mayores en los pacientes recuperados, que en los fallecidos (p < 0,01) (Tabla 1), pero no al inicio ni a los 20 minutos de RCP. Todos los pacientes recuperados presentaron valores de ETCO₂ mayores de 20 mmHg tanto a los 20 minutos como al final de la RCP.

Discusión

Este trabajo es el primero que estudia la eficacia de la capnografía en la PCR extrahospitalaria en España. Al tratarse de un estudio piloto, presenta las limitaciones inherentes a su diseño, como son la no aleatorización, ausencia de un *software* específico para la recogida de datos y el bajo número de pacientes incluidos. Además, dado que actualmente no es posible seguir las PCR recuperadas en los hospitales madrileños, el resulta-

do analizado debe ser la recuperación de circulación e ingreso hospitalario con vida, sin poderse valorar la recuperación posterior del paciente. Por el contrario, a pesar de las limitaciones mencionadas, la investigación que presentamos aporta una evidencia inicial novedosa y de notable relevancia clínica sobre el empleo de la capnografía en la PCR extrahospitalaria.

En primer lugar, existe abundante literatura que afirma que la capnografía permite confirmar eficazmente la correcta intubación endotraqueal en el medio extrahospitalario^{14,15}, pero se considera que en la PCR, dada la baja perfusión pulmonar por el reducido gasto cardiaco, puede no confirmar una intubación correcta, como advierte la ERC⁸. A la luz de los resultados obtenidos, cabe resaltar la importancia clínica de la presencia del capnograma tras la intubación, que confirma de forma eficaz y segura al ser ambos valores predictivos del 100%. Por el contrario, el empleo de capnómetros para esta indicación podría dar lugar a errores de interpretación.

Por otro lado, en lo que respecta a la capacidad de la capnometría para detectar precozmente la recuperación de circulación, los resultados presentados apuntan, en concordancia con estudios previos^{12,13}, a que la detección de un evento capnográfico podría ser el primer signo de recuperación de circulación y avisar al equipo de emergencias para la interrupción del masaje cardiaco, antes que el electrocardiograma y el pulso carotídeo.

Además, en línea con diferentes trabajos publicados⁹⁻¹², los resultados observados indican que a mayores valores de ETCO₂ durante la RCP existe mayor probabilidad de recuperación y que, tras 20 minu-

Tabla 2. Cálculo de los valores predictivos de la presencia de capnograma como test de confirmación de la intubación orotraqueal (IOT)

Capnograma tras IOT	Tubo en vía aérea	Tubo en esófago	
Presente	VP = 28	FP = 0	
Ausente	FN = 0	VN = 2	VPN = VN/(VN+FN) = 2/(2+0) = 1
	VPP = VP/(VP+FN) = 28/(28 + 0) = 1		

VP: Verdadero positivo; FP: Falso positivo; FN: Falso negativo; VN: Verdadero negativo; VPP: Valor predictivo positivo; VPN: Valor predictivo negativo.

tos de RCP sin éxito, la presencia de unos valores de ETCO_2 menores de 20 mmHg es un factor de mal pronóstico para la recuperación del paciente.

A pesar de que estos resultados indican que la capnografía puede servir de ayuda en la toma de decisiones clínicas durante la PCR extrahospitalaria, deben ser interpretados con cautela y contrastarse con investigaciones realizadas con mayor número de pacientes. Con todo podemos concluir que la monitorización capnográfica en la PCR extrahospitalaria confirma eficazmente la posición del tubo endotraqueal mediante la presencia de capnograma, y que la capnometría puede ser el primer signo de recuperación de la circulación espontánea y emplearse como indicador pronóstico en la RCP prolongada.

Bibliografía

- Díez-Picazo LD, Barrado-Muñoz L, Blanco-Hermo P, Barroso-Matilla S, Espinosa-Ramírez S. La capnografía en los servicios de emergencia médica. *SEMERGEN*. 2009;35:138-43.
- Walls RM. Chapter 1: Airway. In: Marx JA, editor. *Rosen's Emergency Medicine: Concepts and Clinical Practice*, 7th edition. Filadelfia: Elsevier; 2010. pp. 3-22.
- American College of Emergency Physicians. Expired carbon dioxide monitoring. *Ann Emerg Med*. 1995;25:441.
- The American Heart Association. Guidelines 2000 for Cardiopulmonary and Emergency Cardiovascular Care. Part 6: Advanced cardiovascular life support. Section 3: Adjuncts for oxygenation, ventilation and airway control. *Circulation*. 2000;102(Supl 8):I95-I104.
- The Intensive Care Society. Guidelines for the transport of the critically ill adult; 2002. (Consultado 3 Mayo 2010). Disponible en: <http://www.ics.ac.uk/downloads/icstransport2002mem.pdf>
- European Standard EN 1789:2007 (E). Medical vehicles and their equipment – Road ambulances. CEN European Committee for Standardization, Brussels, Belgium, aprobado el 27 Febrero 2007.
- Murphy MF, Krauss B. Chapter 3: Monitoring the emergency patient. In: Marx JA, editor. *Rosen's Emergency Medicine: Concepts and Clinical Practice*, 7th edition. Filadelfia: Elsevier; 2010. pp. 29-33.
- Nolan JP, Deakin CD, Soar J, Böttiger BW, Smith G, European Resuscitation Council. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2005. Section 4. Adult advanced life support. *Resuscitation*. 2005;67(Supl. 1):S39-S86.
- Levine RL, Wayne MA, Miller CL. End-tidal carbon dioxide and outcome of out of hospital cardiac arrest. *N Eng J Med*. 1997;337:301-6.
- Wayne MA, Levine RL, Miller CC. Use of end-tidal carbon dioxide to predict outcome in prehospital cardiac arrest. *Ann Emerg Med*. 1995;25:762-7.
- Grmec S, Klemen P. Does the end-tidal carbon dioxide (EtCO_2) concentration have prognostic value during out-of-hospital cardiac arrest? *Eur J Emerg Med*. 2001;8:263-9.
- Grmec S, Krizmaric M, Mally, Kozelj A, Spindler M, Lesnik B. Utstein analysis of out-of-hospital cardiac arrest- Bystander CPR and end expired carbon dioxide. *Resuscitation*. 2007;72:404-14.
- Kolar M, Krizmaric M, Klemen P, Grmec S. Partial pressure of end-tidal carbon dioxide successful predicts cardiopulmonary resuscitation in the field: a prospective observational study. *Critical Care*. 2008;12:R115.
- Silvestri S, Ralls GA, Krauss B, Thundiyl J, Rothrock SG, Senn A, et al. The effectiveness of prehospital use of continuous end-tidal carbon dioxide monitoring on the rate of unrecognized misplaced intubation within a regional emergency medical services system. *Ann Emerg Med*. 2005;45:497-503.
- Timmermann A, Russo SG, Eich C, Roessler M, Braun U, Rosenblatt WH, et al. The out-of-hospital esophageal and endobronchial intubations performed by emergency physicians. *Anesth Analg*. 2007;104:619-23.

Capnography for monitoring response to care after out-of-hospital cardiac arrest

Díaz Díez-Picazo L, Barroso Matilla S, Chico Córdoba R, Gómez Muñoz A

Objective: To analyze the usefulness of capnography to monitor patients after out-of-hospital cardiorespiratory arrest, in terms of the ability of capnography to confirm tracheal intubation and the ability of capnometry to promptly detect return of spontaneous circulation and predict patient recovery.

Methods: Preliminary description of the first 30 cases in a prospective study of out-of-hospital cardiorespiratory arrest in elderly non-trauma patients attended by the 7 ambulance units of the SUMMA 112 emergency service in Madrid, Spain, in 2008. Clinical, evolutive and capnographic data were recorded.

Results: Seventy percent of the 30 patients were men. The mean (SD) age was 64.5 (16.3) years. A capnogram was observed after the first intubation attempt in 28 cases. In the remaining 2 cases, the absence of a capnogram indicated esophageal intubation; correct intubation was accomplished and confirmed on the second try (positive and negative predictive values, 100%). However, no differences were observed between end-tidal carbon dioxide partial pressure (PETCO_2) in the absence or presence of a capnogram with the first and second attempts at intubation. Eight patients recovered. In 5 of them (62.5%), a significant increase in PETCO_2 was observed before the change in the electrocardiographic signal and before detection of a carotid pulse ($P < .05$). Finally, PETCO_2 values after cardiopulmonary resuscitation (CPR) were significantly higher in the patients who recovered (33.5 [12.7] mm Hg) than in those who died (15.3 [11.1] mm Hg) ($P < .01$). After 20 minutes of CPR, PETCO_2 was more than 20 mm Hg in all patients who recovered.

Conclusions: Capnography monitoring in responding to out-of-hospital cardiorespiratory arrest is useful for confirming correct placement of the endotracheal tube, as indicated by the presence of a capnogram. Capnometry offers the first sign of return of spontaneous circulation in some cases and can be used to predict the success of prolonged CPR. [*Emergencias* 2010;22:345-348]

Key words: Capnography. Cardiac arrest. Emergency medical services.