

## ORIGINAL

## Indicadores de calidad y puntos de mejora en la asistencia prehospitalaria de los pacientes adultos expuestos a monóxido de carbono

Vicenç Ferrés-Padró<sup>1</sup>, Silvia Solà Muñoz<sup>1</sup>, Javier Jacob Rodríguez<sup>2</sup>, Silvia Membrado-Ibáñez<sup>1</sup>, Montserrat Amigó Tadín<sup>3</sup>, Francesc Xavier Jiménez Fàbrega<sup>1</sup>

**Objetivo.** Investigar la calidad asistencial en los episodios de exposición a monóxido de carbono (CO) asistidos por unidades prehospitalarias mediante indicadores de calidad (IC) y las variables relacionadas con el uso del pulsicooxímetro para medir de forma incruenta el porcentaje de saturación de la hemoglobina con CO (SpCO).

**Método.** Estudio de cohorte de los episodios de exposición a CO atendidos por las unidades de soporte vital avanzado (SVA) del Sistema de Emergencias Médicas de Cataluña. Se seleccionaron 11 IC y se diseñó un análisis multivariante para investigar las variables relacionadas con el uso del pulsicooxímetro.

**Resultados.** Se recogieron 1.676 episodios de exposición a CO. En 1.108 (66,1%) se registró la SpCO con pulsicooxímetro, siendo SpCO > 10% en 358 (32,3%). De los 11 IC, cinco no alcanzaron el estándar recomendado. El análisis multivariante mostró un menor uso del pulsicooxímetro cuando había asociación con otro tóxico, OR 0,34 (IC 95% 0,11-1,00) y cuando la primera asistencia era realizada por SVA médico, OR 0,43 (IC 95% 0,31-0,59). Hubo mayor uso del pulsicooxímetro ante la presencia de antecedentes psiquiátricos OR 3,01 (IC 95% 1,27-7,17), la cefalea OR 2,13 (IC 95% 1,22-3,72) y el uso de oxigenoterapia OR 10,33 (5,46-19,53).

**Conclusión.** En la asistencia prehospitalaria de los episodios de exposición al CO existe una falta de cumplimiento de algunos IC. Hay variables relacionadas con la infrautilización del pulsicooxímetro, con puntos de mejora.

**Palabras clave:** Indicadores de Calidad de la Atención de salud. Atención prehospitalaria. Monóxido de carbono. Carboxihemoglobina.

**Filiación de los autores:**  
<sup>1</sup>Sistema d'Emergències Mèdiques SEM, Barcelona, España.  
<sup>2</sup>Servicio de Urgencias, Hospital Universitario de Bellvitge, Barcelona, España.  
<sup>3</sup>Área de Urgencias, Hospital Clínic, Barcelona, España.

**Autor para correspondencia:**  
 Vicenç Ferrés-Padró  
 C/ Pablo Iglesias, 101-115,  
 08908 L'Hospitalet de Llobregat  
 Barcelona, España.

**Correo electrónico:**  
 vicencferrés@gencat.cat

**Información del artículo:**  
 Recibido: 4-9-2018  
 Aceptado: 6-12-2018  
 Online: 22-2-2019

**Editor responsable:**  
 Guillermo Burillo-Putze

### Health care quality indicators and improvements to make in the prehospital care of adults exposed to carbon monoxide

**Objective.** To describe health care quality indicators in cases of carbon monoxide (CO) exposure attended by prehospital services and to explore factors associated with the use of pulse CO-oximetry (SpCO) for the noninvasive estimation of CO saturation of arterial blood.

**Method.** Cohort study of patients exposed to CO and transported by advanced life support units of the Emergency Medical Services of Catalonia between January 2015 and December 2017. We selected 11 applicable quality indicators and used multivariate analysis to explore factors associated with the recording of SpCO.

**Results.** We studied 1676 cases of CO exposure. SpCO was recorded in 1108 cases (66.1%). CO saturation exceeded 10% in 358 patients (32.3%). Adherence was deficient in 5 of the 11 applicable quality indicators. Multivariate analysis showed less use of pulse CO-oximetry when another toxic exposure was present (odds ratio [OR], 0.34; 95% CI, 0.11–1.00) and when the first responder was from the advanced life support service (OR, 0.43; 95% CI, 0.31–0.59). SpCO was used more in the presence of a history of mental health problems (OR, 3.01; 95% CI, 1.27–7.17), headache (OR, 2.13; 95% CI, 1.2–3.72), and along with use of oxygen therapy (OR, 10.33; 95% CI, 5.46–19.53).

**Conclusion.** Prehospital attendance of episodes of CO exposure is marked by failure to comply with some health care quality indicators. We detected factors associated with under use of SpCO as well as areas to target for improvement.

**Keywords:** Health care quality indicators. Prehospital emergency care. Carbon monoxide. Carboxyhemoglobin.

### Introducción

El monóxido de carbono (CO) se produce por la combustión deficiente de hidrocarburos en calderas, braseros, estufas, motores de explosión y en los incendios. En estos últimos, al CO se le pueden asociar el cianhídrico y otros gases presentes en el humo, y esta combinación es la principal causa de mortalidad<sup>1</sup>. Una fuente menos reconocida de CO es el uso de disolventes que desprenden vapores con cloruro de metileno<sup>2</sup>.

Como en toda intoxicación, el diagnóstico se basa en la sospecha clínica extraída de la información obtenida del propio individuo o testigos presenciales, en la valoración del entorno y en los signos y síntomas registrados<sup>3</sup>. El CO es un gas inodoro, incoloro, insípido y no irritante, por lo que su inhalación accidental puede pasar totalmente desapercibida<sup>4</sup>. A esto hay que añadir que los signos y síntomas clínicos de la intoxicación son inespecíficos y pueden indicar un amplio rango de posibilidades diagnósticas<sup>5</sup>.

El informe de vigilancia epidemiológica de las intoxicaciones de la Fundación Española de Toxicología Clínica (FETOC) recoge como principal grupo implicado en las intoxicaciones por sustancias químicas los gases tóxicos (42%) y predomina de manera casi exclusiva el CO<sup>6</sup>. A partir de estos datos recogidos por el Programa Nacional de Toxicovigilancia Hospitalaria y de los resultados ofrecidos por otros autores<sup>7</sup>, la incidencia en España de las personas atendidas en los servicios de urgencias por intoxicación aguda por CO puede estimarse en más de 3.000 casos/año, con una tasa aproximada de mortalidad del 4%<sup>8</sup>, mientras que un mínimo de 2.000 personas pueden haber sido víctimas de la inhalación de humo en incendios<sup>9</sup>.

Ante la sospecha de exposición a CO, seguir un protocolo para reconocer los signos y síntomas clínicos de la intoxicación y tener acceso a un pulsicooxímetro es fundamental para un correcto diagnóstico en el medio prehospitalario<sup>9,10</sup>.

A diferencia de otros tipos de intoxicaciones, no se dispone de muchos datos epidemiológicos referentes a la atención prehospitalaria de estos pacientes, ni si esta atención se realiza en España con la calidad asistencial adecuada<sup>11,12</sup>. La Sección de Toxicología Clínica de la Asociación Española de Toxicología (AETOX) y posteriormente la Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias (SEMES) propusieron la utilización de una serie de indicadores de calidad (IC) como una herramienta para medir aspectos relevantes de la actividad asistencial en cualquier tipo de intoxicación. La evaluación de estos IC permite detectar errores y puntos débiles respecto a un estándar prefijado, dando la posibilidad de proponer medidas de mejora. Estos IC se describen en el documento Calitox-2006<sup>13</sup>, donde se presentan 24 indicadores para medir la calidad de la asistencia dada a los pacientes con intoxicaciones agudas que son atendidos en los servicios de urgencias. Si bien su ámbito de uso es inicialmente hospitalario, su estructura puede permitir la aplicación en el ámbito prehospitalario.

El presente estudio tiene como objetivo analizar una serie de IC propuestos en el documento Calitox-2006 que se pueden aplicar en la atención prehospitalaria en los pacientes con sospecha de exposición a CO y describir las variables relacionadas con el uso de un pulsicooxímetro por parte de las unidades de soporte vital avanzado (SVA) del Sistema d'Emergències Mèdiques (SEM) de Cataluña en el lugar del incidente.

## Método

Estudio de cohorte descriptivo y transversal, que incluyó de manera consecutiva a todos los sujetos atendidos por exposición a CO por las unidades de SVA del SEM de Cataluña, en el periodo comprendido entre enero de 2015 y diciembre de 2017. Se excluyeron los pacientes menores de 18 años, los traslados interhospitalarios o las asistencias en las que ya se había iniciado su tratamiento por otro servicio de urgencias prehospitalario. Este estudio

fue aprobado por la Junta Clínica del SEM y por el Comité de Ética del Hospital Clínic de Barcelona.

Se recogieron variables demográficas, características del episodio agudo, antecedentes patológicos, síntomas (cefalea, tos, náuseas/vómitos, clínica neurológica, disnea o dolor torácico), signos (presencia de hollín en la nariz o boca, quemaduras o alteración de la vía aérea), datos de constantes vitales (presión arterial, frecuencia respiratoria, frecuencia cardíaca, temperatura, auscultación cardíaca y respiratoria), saturación de oxígeno basal por pulsioximetría (SpO<sub>2</sub>), porcentaje de saturación de la hemoglobina con CO (SpCO) determinada con el Pulse CO-Oximeter Rainbow SET® Rad-57 de Masimo Corporation® (Irvine-California-EEUU) o con el monitor Corpuls3® (GS Electromedizinische Geräte G Stemple GmbH, Kaufering-Alemania) que incorpora la tecnología de Masimo Rainbow SET®, glucemia capilar, monitorización del electrocardiograma (ECG), tratamiento administrado en el lugar de la exposición (tipo oxigenoterapia, fármacos), resolución al alta (muerte, alta en el lugar de la exposición o traslado) y recurso en la primera asistencia con SVA médico (SVAm) o enfermero (SVAe) y en el traslado con soporte vital básico (SVB), SVAm o SVAe.

El equipo investigador decidió por consenso que de los 24 IC propuestos y descritos en el documento Calitox-2006, en los casos de atención prehospitalaria por exposición a CO se podían aplicar 11 (2 de estructura, 5 de proceso y 4 de resultado, Tabla 1). El resto fueron descartados por no adaptarse a este tipo de intoxicación o porque el resultado global del proceso fuese limitado al no poder constatar la información. La Tabla 1 indica todos los IC y los que han sido propuestos para ser aplicados en los casos de exposición a CO. Se realizó el cálculo de la aplicación de los IC mediante la fórmula general de los indicadores para el total de la muestra y para el grupo que presentó una determinación de SpCO > 10%, que es el punto de corte considerado como límite normal en fumadores y es el utilizado en consensos de expertos, a partir del cual podemos hablar de exposición a CO<sup>5,14</sup>.

Para la descripción de las variables cualitativas se utilizaron frecuencias absolutas y relativas y para las cuantitativas la media y la desviación estándar (DE). Para la comparación entre grupos se utilizó el test de ji cuadrado (o el test exacto de Fisher, en las tablas 2 × 2, cuando los efectivos esperados eran inferiores a 5) para las variables cualitativas y el test de la t de Student, para las variables cuantitativas (si no se vulneraba la normalidad) o mediante el test no paramétrico de Mann-Whitney (si se vulneraba la normalidad).

Se diseñó un análisis multivariante mediante un modelo de regresión logística, aplicando el método introducir, para investigar las variables relacionadas con el hecho de determinar la SpCO. Los resultados del modelo se muestran en odds ratio (OR) con sus respectivos intervalos de confianza del 95% (IC 95%). Se consideró que las diferencias eran estadísticamente significativas cuando el valor de p era inferior a 0,05 o cuando el IC 95% de la OR excluía el valor 1. El análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico SPSS 24.0 (IBM, North Castle, Nueva York, EEUU).

**Tabla 1.** Descripción de los índices de calidad del documento Calitox-2006 y resultados del análisis

Tipo de indicador de calidad	Estándar de cumplimiento recomendado	Cumplimiento global (n = 1.676)	Cumplimiento en SpCO > 10% (n = 358)
<b>Indicadores de estructura</b>			
IC 1. Se dispone de un protocolo asistencial de tratamiento específico del tóxico responsable de la intoxicación.	> 90%	100%	100%
IC 2. Se dispone del antídoto necesario para tratar al paciente intoxicado.	> 90%	100%	100%
IC 3. El laboratorio de urgencias dispone del método analítico que permite determinar la presencia del tóxico.	≥ 90%	No aplicable	
IC 4. Se dispone de sonda orogástrica para realizar lavado gástrico.	100% centinela	No aplicable	
<b>Indicadores de proceso</b>			
IC 5. Se ha practicado monitorización o un ECG a todo paciente que consulta por una intoxicación por agentes cardiotóxicos (según listado de J. Brent).	100% centinela	20,5%	31,8%
IC 6. La descontaminación digestiva se ha indicado correctamente a los pacientes con intoxicación medicamentosa aguda.	> 90%	No aplicable	
IC 7. Se indica correctamente diuresis forzada a pacientes con intoxicación medicamentosa aguda.	> 95%	No aplicable	
IC 8. Se indica correctamente depuración artificial a pacientes con intoxicación medicamentosa aguda.	100% centinela	No aplicable	
IC 9. La administración de carbón activado no ha generado broncoaspiración del mismo.	100% centinela	No aplicable	
IC 10. El intoxicado por monóxido de carbono recibe oxigenoterapia precoz con FiO <sub>2</sub> > 0,8 con una mascarilla con reservorio (si no está intubado) o con una FiO <sub>2</sub> de 1 (si está intubado).	100% centinela	75,8%	82,4%
IC 11. No se ha administrado flumazenilo a pacientes con Glasgow > 12 ni a pacientes con convulsión reciente durante el curso de su intoxicación.	< 10%	No aplicable	
IC 12. No se ha administrado naloxona a pacientes con Glasgow > 12.	< 10%	No aplicable	
IC 13. No se ha realizado extracción de sangre para determinar la concentración plasmática de paracetamol, antes de que hayan transcurrido 4 h desde la ingesta de una dosis única y potencialmente tóxica del fármaco.	≥ 90%	No aplicable	
IC 14. El intervalo de tiempo entre la llegada al intoxicado por el SEM y la primera atención es ≤ 15 minutos.	≥ 90%	95%	95%
IC 15. El intervalo de tiempo entre la llegada del paciente a Urgencias y el inicio de la descontaminación ocular o cutánea es < 20 minutos.	≥ 90%	No aplicable	
IC 16. El intervalo de tiempo entre la llegada del paciente a Urgencias y el inicio de la descontaminación digestiva es < 20 minutos.	> 90%	No aplicable	
IC 17. El paciente atendido por una intoxicación aguda voluntaria con ánimo suicida ha sido valorado por el psiquiatra antes de ser dado de alta.	100% centinela	100%	100%
IC 18. Se ha cursado un parte judicial si se ha atendido un paciente por una intoxicación de intencionalidad suicida, criminal, laboral, accidental epidémica o cualquier tipo de intoxicación que evolucione mortalmente.	100% centinela	100%	100%
<b>Indicadores de resultado</b>			
IC 19. Quejas o reclamaciones relacionadas con la asistencia del paciente intoxicado en unidades.	≤ 4%	0%	0%
IC 20. La mortalidad por intoxicación medicamentosa aguda es < 1%.	< 1%	No aplicable	
IC 21. La mortalidad por intoxicación no medicamentosa aguda es < 3%.	< 3%	No aplicable	
IC 22. Se ha cumplimentado el conjunto mínimo de datos del paciente intoxicado en el informe asistencial: presión arterial, frecuencia respiratoria, frecuencia cardíaca y temperatura.	> 80%	1,1%	1,4%
IC 23. Formación continuada del personal asistencial en Toxicología Clínica.	≥ 5%	0%	0%
IC 24. Publicación de trabajos de investigación por parte del personal asistencial.	≥ 3%	0%	0%

IC: indicador de calidad; SpCO: porcentaje de saturación de la hemoglobina con CO medido por pulsicoximetría portátil no invasiva; SEM: Sistema d'Emergències Mèdiques.

## Resultados

En los tres años del estudio, se movilizaron un total de 15.694 recursos de SVA relacionados con exposiciones agudas a sustancias tóxicas en medio prehospitalario. En 1.676 episodios (10,7%) hubo la sospecha de exposición por CO en adultos. En 1.108 casos (66,1%) se determinó la SpCO con pulsicoxímetro y se encontró una SpCO > 10% en 358 (32,3%). En la Tabla 1 se describe el grado de cumplimiento de los IC del Calitox-2006. Tanto en el total de la cohorte como en el grupo son SpCO > 10% no llegaron al estándar de

cumplimiento recomendado los IC5, IC10, IC22, IC23 e IC24.

Las características de los 1.676 casos recogidos están expuestas en la Tabla 2. Destaca un predominio de pacientes varones (58,2%), una edad media de 46 años (DE 18,8), en el contexto de exposición accidental en la vivienda, afectados por humo de incendio y con una duración de la exposición inferior a 1 hora. En un 2,0% hubo ideación suicida. Los síntomas más presentes fueron: cefalea (11,5%), tos irritativa (8,6%) y mareo (8,0%). Como signos más frecuentes destacaron la presencia de hollín (27,8%) y el broncoespasmo (9,6%). El tratamiento más

utilizado fue la oxigenoterapia, administrada en un 73,7% de los episodios y de estos en un 75,8% se administró con una  $FiO_2 > 80\%$ . La hidroxocobalamina se administró en 25 casos (1,5%). El recurso activado para la primera asistencia fue SVAm en un 71,0% y en un 71,8% se decidió realizar traslado a un centro médico, siendo el recurso más utilizado el SVB (70,0%). Hubo 8 casos de muerte en el lugar de la exposición (0,5%).

Las variables relacionadas con el uso del pulsicooxímetro en el lugar del incidente fueron la asociación con otro tóxico y la primera asistencia por SVAm, que se relacionaron con un menor uso del pulsicooxímetro, con OR 0,34 (0,11-1,00) y OR 0,43 (0,31-0,59), respectivamente, mientras que se relacionaron con un mayor uso del pulsicooxímetro la presencia de antecedentes psiquiátricos con OR 3,01 (1,27-7,17), de cefalea con OR 2,13 (1,22-3,72) y el uso de oxigenoterapia con OR 10,33 (5,46-19,53) (Tabla 3).

## Discusión

En nuestro conocimiento, este es el primer estudio en el que se aplican los IC del Calitox-2006 en la atención prehospitalaria ante la exposición al CO y pone de manifiesto una falta de cumplimiento de los estándares de calidad en 5 de los 11 IC seleccionados. Esta falta de cumplimiento se da en el total de la cohorte y en el grupo de episodios con una determinación de SpCO > 10%, si bien en este grupo los resultados son mejores. Además 2 de los 5 IC son de tipo centinela y miden la presencia de un evento grave, no deseado y evitable; por lo que se tendrían que cumplir al 100%. Estos son el IC5 relacionado la monitorización o realización de un ECG y el IC10 relacionado con la oxigenoterapia precoz.

El incumplimiento de estos IC puede estar en relación con la infrautilización del pulsicooxímetro para determinar la SpCO en el lugar del incidente, que fue del

**Tabla 2.** Descripción de los 1.676 episodios de exposición a CO y estudio comparativo en función de si se determina o no la SpCO en el lugar del incidente

	Total N = 1.676 n (%)	SpCO determinada N = 1.108 n (%)	SpCO no determinada N = 568 n (%)	valor p
<b>Datos demográficos</b>				
Edad en años, media (DE)	46,0 (18,8)	45,1 (18,4)	47,7 (19,3)	0,007
Edad ≥ 50 años	641 (38,2)	400 (36,1)	241 (42,4)	0,012
Sexo masculino	976 (58,2)	655 (59,1)	321 (56,5)	0,307
<b>Características del incidente</b>				
Lugar del incidente vivienda	1.554 (92,7)	1.027 (92,7)	527 (92,8)	0,945
Asociación de CO con otro tóxico	1.473 (87,9)	953 (86,0)	520 (91,5)	0,001
Con humo de incendio	1.453 (98,6)	945 (99,2)	508 (97,7)	
Con alcohol o fármacos	20 (1,4)	8 (0,8)	12 (2,3)	
Vía de contacto				0,916
Inhalada	1.656 (98,8)	1.095 (98,8)	561 (98,8)	
Inhalada y oral	20 (1,2)	13 (1,2)	7 (1,2)	
Exposición inferior a 1 hora	1.464 (87,4)	944 (85,2)	520 (91,5)	< 0,001
Ideación suicida	33 (2,0)	25 (2,3)	8 (1,4)	0,236
<b>Antecedentes patológicos</b>				
Sin antecedentes médicos de interés	1.175 (71,3)	787 (71,5)	388 (70,8)	0,775
Respiratorios	53 (3,2)	32 (2,9)	21 (3,8)	0,309
Psiquiátricos	46 (2,8)	37 (3,4)	9 (1,6)	0,046
<b>Situación hemodinámica y respiratoria</b>				
Taquicardia (FC ≥ 100 lpm)	625 (44,2)	407 (42,8)	218 (47,0)	0,141
Hipotensión (PAS ≤ 90 mmHg)	5 (0,4)	2 (0,2)	3 (0,7)	0,185*
Hipertensión (PAS ≥ 180 mmHg)	57 (4,4)	35 (3,9)	22 (5,3)	0,247
Saturación basal de OHb ≤ 90%	32 (2,2)	19 (1,9)	13 (2,7)	0,308
<b>Síntomas</b>				
Cefalea	193 (11,5)	155 (14,0)	38 (6,7)	< 0,001
Tos irritativa	144 (8,6)	91 (8,2)	53 (9,3)	0,433
Mareo	134 (8,0)	108 (9,8)	26 (4,6)	< 0,001
Náuseas o vómitos	116 (6,9)	99 (8,9)	17 (3,0)	< 0,001
Pérdida de consciencia recuperada	88 (5,3)	75 (6,8)	13 (2,3)	< 0,001
Disnea	79 (4,7)	55 (5,0)	24 (4,2)	0,504
<b>Signos</b>				
Presencia de hollín	465 (27,8)	312 (28,2)	153 (27,0)	0,611
Broncoespasmo	160 (9,6)	95 (8,6)	65 (11,6)	0,047
Confusión/obnubilación	60 (3,6)	34 (3,1)	26 (4,6)	0,114
Quemaduras 1-5%	55 (3,3)	36 (3,2)	19 (3,4)	0,872
Quemaduras superiores al 5%	15 (0,9)	6 (0,5)	9 (1,6)	0,029
Glasgow de 15 puntos	1.594 (95,7)	1.052 (95,0)	542 (97,1)	0,045
Coma (Glasgow < 8 puntos)	14 (0,8)	6 (0,5)	8 (1,4)	0,064

(Continúa)

**Tabla 2.** Descripción de los 1.676 episodios de exposición a CO y estudio comparativo en función de si se determina o no la SpCO en el lugar del incidente (*Continuación*)

	Total N = 1.676 n (%)	SpCO determinada n = 1.108 n (%)	SpCO no determinada n = 568 n (%)	valor p
<b>Monitorización electrocardiográfica o electrocardiograma</b>				
Monitorización de ECG	344 (20,5)	239 (21,6)	105 (18,5)	0,137
Ritmo sinusal (n = 344)	330 (96,2)	233 (97,5)	97 (93,3)	0,060
<b>Tratamiento administrado</b>				
Oxigenoterapia	1.229 (73,7)	834 (75,3)	395 (70,5)	0,038
Fi O <sub>2</sub> < 80% (Venturi)	299 (24,3)	190 (22,8)	109 (27,6)	0,066
Fi O <sub>2</sub> al 100% (MAC, IOT, nebulización)	935 (75,8)	648 (77,3)	287 (72,5)	
MAC	839 (68,3)	596 (71,5)	243 (61,5)	
IOT	18 (1,2)	10 (1,0)	8 (1,5)	
Nebulizaciones	73 (5,9)	38 (4,6)	35 (8,9)	
Fluidos	81 (4,9)	54 (4,9)	27 (4,8)	0,925
Analgesia	41 (2,5)	25 (2,3)	16 (2,9)	0,470
Corticoides	26 (1,6)	14 (1,3)	12 (2,1)	0,172
Antieméticos	41 (2,5)	35 (3,2)	6 (1,1)	0,009
Benzodiazepinas	27 (1,6)	14 (1,3)	13 (2,3)	0,107
Hidroxibalamina	25 (1,5)	18 (1,6)	7 (1,3)	0,553
Colocación de vía venosa periférica	206 (12,4)	141 (12,8)	65 (11,6)	0,495
<b>Destino final</b>				
Traslado	1.203 (72,1)	763 (68,9)	440 (78,6)	< 0,001
Hospital	1.162 (96,6)	732 (95,9)	430 (97,7)	
Centro urgente atención primaria	41 (3,4)	31 (4,1)	10 (2,3)	
Alta médica	364 (21,8)	273 (24,6)	91 (16,3)	< 0,001
Alta voluntaria	101 (6,1)	72 (6,5)	29 (5,2)	0,286
Mortalidad	8 (0,5)	-	-	
<b>Gestión de los recursos</b>				
Recurso activado para la asistencia (n = 1.676)				< 0,001
SVAm	1.190 (71,0)	727 (65,6)	463 (81,5)	
SVAe	486 (29,0)	381 (34,4)	103 (18,5)	
Recurso activado para realizar el traslado (n = 1.203)				< 0,001
SVB	842 (70,0)	503 (65,9)	339 (77,0)	
SVA	361 (30,0)	260 (34,1)	101 (23,0)	
SVAm	175 (48,5)	106 (40,8)	69 (68,3)	
SVAe	186 (51,5)	154 (59,2)	32 (31,7)	

DE: desviación estándar; CO: monóxido de carbono; FC: frecuencia cardíaca; PAS: presión arterial sistólica; OHb: hemoglobina oxigenada; ECG electrocardiograma; FiO<sub>2</sub>: fracción inspirada de oxígeno; SVAm: soporte vital avanzado médico; SVAe: soporte vital avanzado enfermero; SVB: soporte vital básico; SVA: soporte vital avanzado; lpm: latidos por minuto; SpCO: porcentaje de saturación de la hemoglobina con CO medido por pulsioximetría portátil no invasiva; MAC: máscara de alta concentración; IOT: intubación orotraqueal.

\*Prueba exacta de Fisher.

33,9%, aunque tampoco se cumpliera en los casos en que sí se determinó y existía una SpCO > 10%. El CO es un agente cardiotoxico que puede dar lugar a alteraciones del ritmo ventricular, de la conducción auriculo-ventricular, de la repolarización, provocar lesión miocárdica y finalmente parada cardiorespiratoria<sup>15,16</sup>. Por lo tanto, la monitorización del ECG es ampliamente recomendada. La oxigenoterapia precoz es fundamental, dado que la administración de oxígeno normobárico y con alta concentración (FiO<sub>2</sub> > 80%) actúa como antídoto del CO y se tiene que administrar cuando hay clínica de intoxicación por CO o una carboxihemoglobina elevada (COHb > 10%)<sup>14</sup>. La toma de constantes vitales es fundamental, ya que la alteración de las mismas se relaciona con una mayor mortalidad y necesidad de ingreso en unidades de cuidados intensivos<sup>17</sup>.

La formación continuada y la publicación de trabajos de investigación, recogidas como IC en el Calitox-2006, no se cumplió. Investigar en medicina de

urgencias y emergencias es complejo, pero necesario. Requiere de un esfuerzo especial por parte de los investigadores, dado que la actividad asistencial en urgencias es continua y masificada, y hace difícil una recogida de datos acorde a los protocolos de investigación. El seguimiento suele ser incompleto debido al elevado número de profesionales implicados en el proceso asistencial, por los flujos de pacientes desde el lugar del incidente hasta el hospital definitivo y la falta de herramientas de registro comunes. Las estructuras para facilitar la investigación son en muchos casos inexistentes<sup>18-22</sup>. Es por lo tanto necesario reforzar las colaboraciones, crear redes y grupos de trabajo que hagan posible esta investigación, ya que cuando esto se consigue los resultados son excelentes<sup>23</sup>. La formación continuada es la piedra angular de la buena práctica clínica. En toxicología clínica la escasa formación de posgrado no facilita la formación de expertos en toxicología y esta depende de la voluntad de los profesionales por estar formados en de-

**Tabla 3.** Estudio bivariante y multivariante de las variables asociadas a utilizar el pulsicooxímetro para determinar la saturación de la hemoglobina con CO en el lugar del incidente

	OR cruda (IC 95%); valor p	OR ajustada (IC 95%); valor p
<b>Datos demográficos</b>		
Edad ≥ 50 años	0,77 (0,62-0,94); 0,012	0,92 (0,70-1,21); 0,550
<b>Características del incidente</b>		
Asociación con otro tóxico	0,57 (0,40-0,80); 0,001	0,34 (0,11-1,00); 0,049
Exposición < 1 hora	0,53 (0,38-0,75); < 0,001	0,41 (0,14-1,20); 0,103
<b>Antecedentes patológicos</b>		
Antecedentes psiquiátricos	2,08 (1,00-4,35); 0,046	3,01 (1,27-7,17); 0,013
<b>Síntomas</b>		
Cefalea	2,26 (1,56-3,28); < 0,001	2,13 (1,22-3,72); 0,008
Mareo	2,25 (1,45-3,50); < 0,001	1,39 (0,73-2,67); 0,317
Náuseas o vómitos	3,17 (1,88-5,37); < 0,001	1,54 (0,78-3,01); 0,212
Pérdida de consciencia transitoria	3,09 (1,70-5,63); < 0,001	1,92 (0,94-3,91); 0,074
<b>Signos</b>		
Broncoespasmo	0,71 (0,51-1,00); 0,047	0,69 (0,46-1,05); 0,073
Quemaduras superiores al 5%	0,33 (0,12-0,94); 0,029	0,40 (0,12-1,38); 0,146
Glasgow de 15 puntos	0,57 (0,32-1,00); 0,045	0,51 (0,24-1,11); 0,090
<b>Tratamiento administrado</b>		
Oxigenoterapia	1,27 (1,01-1,60); 0,038	10,33 (5,46-19,53); < 0,001
Antieméticos	3,03 (1,27-7,25); 0,009	2,15 (0,77-6,03); 0,145
<b>Gestión de los recursos</b>		
Recurso activado asistencia SVAm	0,43 (0,33-0,55); < 0,001	0,43 (0,31-0,59); < 0,001
Recurso activado traslado SVB	0,58 (0,44-0,75); < 0,001	0,78 (0,57-1,07); 0,119

OR: odds ratio; IC95%: intervalo de confianza del 95%; SVAm: soporte vital avanzado médico; SVB: soporte vital básico.

terminadas materias. La existencia de una especialidad en medicina de urgencias y emergencias podría facilitar una formación uniforme, adecuada y de calidad, como pasa en otros ámbitos en España<sup>24</sup>.

En nuestro estudio se determinó la SpCO con pulsicooxímetro en un 66,1% de los episodios, aunque el uso de este tipo de determinación no invasiva ante una intoxicación por CO sigue siendo objeto de debate. En 2005 la Food and Drug Administration aprobó el uso del pulsicooxímetro para medir la saturación de CO como método rápido y no invasivo, que permite una medición continua de la SpCO, evaluar a múltiples pacientes y un uso prehospitalario. Su principal limitación es la baja sensibilidad. En un estudio realizado en 120 pacientes con sospecha de intoxicación por CO, la comparación simultánea de la SpCO y COHb, mostró para la primera una sensibilidad del 48% (IC 95%: 27%-69%) y una especificidad del 99% (IC 95%: 94%-100%), con una Likelihood ratio (LR) (+) de 48 (IC 95%: 4,5-indefinido) y una LR (-) de 0,5 (IC 95%: 0,3-1,0) para detectar COHb mayor de 15%. Los autores concluyeron que la determinación de la SpCO no podía sustituir la determinación de COHb ante una sospecha de intoxicación por CO<sup>25</sup>. Esto hace que su uso no se recomiende como elemento único para descartar la intoxicación por CO en pacientes con clínica aguda<sup>14,16,26</sup>. Sin embargo, puede ayudar en el entorno prehospitalario a la toma de decisiones, tales como la necesidad de traslado y el centro útil o definitivo<sup>10</sup>. Los valores iniciales de SpCO se correlacionan fuertemente con la gravedad clínica<sup>27</sup>, incluso en casos en los que la determinación analítica hospitalaria muestra valores inferiores a los detectados inicialmente, por efecto del tratamiento inicial y el tiempo transcurrido hasta la extracción para la determinación sanguínea de COHb<sup>9</sup>.

Pese a que en nuestro estudio la relación entre el uso del pulsicooxímetro y la asociación con otro tóxico es negativa, con una OR inferior a 1, hay que destacar que esta relación viene marcada por el consumo de alcohol o fármacos y no por el humo de incendio, ya que en este último caso el pulsicooxímetro se utiliza porcentualmente más. En referencia al antecedente psiquiátrico, es posible que el personal asistencial prehospitalario sea más cauto en la valoración de este tipo de pacientes, por lo que una medida indirecta de la exposición al CO con el pulsicooxímetro aporta información más objetiva. El uso del pulsicooxímetro se relacionó con la presencia de cefalea, un síntoma que claramente obliga a descartar intoxicación por CO. Sin embargo, otros síntomas que se pueden asociar a esta intoxicación, como son la presencia de mareo, náuseas, vómitos o pérdida de consciencia, no se relacionaron con su mayor uso. En la valoración prehospitalaria del paciente con alteración del nivel de consciencia, el uso del pulsicooxímetro tiene poca presencia en las recomendaciones<sup>28</sup>, pero si el escenario sugiere la exposición al CO, no debería dejar de usarse<sup>29</sup>.

En los equipos asistenciales de SVAm, el uso del pulsicooxímetro fue menor. Una posible explicación podría ser la falta de formación continuada o la infravaloración de la gravedad, o bien por el contrario a que los médicos le dan más importancia a la valoración clínica que al uso del pulsicooxímetro y no le ven una ventaja adicional. Hay que recordar que puede haber poca expresión clínica asociada a una intoxicación por CO, lo cual podría relacionarse con una infrautilización de la oxigenoterapia<sup>5,8</sup>, observada también en este estudio.

El oxígeno desplaza el CO de la COHb acelerando así su eliminación, evita su llegada a los tejidos y potencia la disociación del CO con la hemoglobina. En nues-

tro registro, el uso de la pulsicoximetría se relacionó con una mayor aplicación de oxigenoterapia. En el análisis multivariante esta relación se reforzó claramente como variable independiente, pero no se encontró esta diferencia cuando se analizó la concentración de oxígeno administrada, que debe ser superior al 80%. El oxígeno se debe administrar ante la sospecha de intoxicación, incluso sin confirmación analítica y con una concentración lo más aproximada al 100%<sup>8</sup>.

Nuestro estudio tiene una serie de limitaciones. La falta de formación continuada específica y homogénea y el manejo del pulsicoxímetro pueden haber limitado su uso en determinados profesionales. Otra limitación fue la potencial falta de registro en los informes asistenciales. Todos los episodios fueron confirmados como casos de exposición al CO, pero no fueron confirmados como intoxicaciones por CO, y los resultados no se pueden extrapolar a datos de pacientes intoxicados por CO. Sin embargo, por este motivo, el objetivo principal del estudio se ha dirigido a analizar los casos expuestos.

En conclusión, en la intoxicación por CO se pone de relieve la falta de cumplimiento de algunos de los IC propuestos en el documento Calitox-2006 y aplicables a nivel prehospitalario, lo que permite implantar acciones de mejora en la práctica clínica. Se debe generalizar el uso de la pulsicoximetría en la atención prehospitalaria como elemento de soporte a las decisiones terapéuticas, ya que es una herramienta incruenta y disponible. Su utilización puede permitir aumentar el porcentaje de pacientes tratados con oxígeno a alta concentración.

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran no tener conflicto de interés en relación al presente artículo.

**Contribución de los autores:** Todos los autores han confirmado su autoría en el documento de responsabilidades del autor, acuerdo de publicación y cesión de derechos a EMERGENCIAS.

**Financiación:** Los autores declaran la no existencia de financiación externa en relación con el presente artículo.

**Responsabilidades éticas:** Todos los autores han confirmado el mantenimiento de la confidencialidad y respeto de los derechos de los pacientes en el documento de responsabilidades del autor, acuerdo de publicación y cesión de derechos a EMERGENCIAS.

**Artículo no encargado por el Comité Editorial y con revisión externa por pares**

**Agradecimientos:** Al Dr. Santiago Nogué (Hospital Clínic de Barcelona) por sus aportaciones a una versión previa de este documento.

## Bibliografía

- Hantson P, Benaissa L, Baud F. Intoxication par les fumées d'incendie. *Presse Med.* 1999;28:1949-54.
- Raphael M, Nadiras P, Flacke-Vordos N. Acute methylene chloride intoxication-a case report on domestic poisoning. *Eur J Emerg Med.* 2002;9:57-9.
- Fernández Egido C, García Herrero G, Romero García R, Marquina Santos AJ. Intoxicaciones agudas en las urgencias extrahospitalarias. *Emergencias.* 2008;20:328-31.
- Raub JA, Mathieu-Nolf M, Hampson NB, Thom SR. Carbon monoxide poisoning - a public health perspective. *Toxicology.* 2000;145:1-14.
- Ernst A, Zibrak JD. Carbon monoxide poisoning. *N Engl J Med.* 1998;339:1603-8.
- Ferrer Dufol A. Vigilancia epidemiológica de las intoxicaciones causadas por productos químicos y atendidas en los servicios de urgencias de hospitales españoles. Informe Técnico Anual (11 de diciembre de 2017). (Consultado 16-08-2018). Disponible en: [http://www.fetoc.es/toxicovigilancia/informes/Informe\\_preliminar\\_2017.pdf](http://www.fetoc.es/toxicovigilancia/informes/Informe_preliminar_2017.pdf)
- Vázquez Lima MJ, Álvarez Rodríguez C, Cruz Landeira A, López Rivadulla M. Intoxicaciones inadvertidas por monóxido de carbono: una epidemia oculta. *Rev Toxicol.* 2015;32:98-101.
- Oliu G, Nogué S, Miró O. Intoxicación por monóxido de carbono: claves fisiopatológicas para un buen tratamiento. *Emergencias.* 2010;22:451-9.
- Dueñas-Laita A, Burillo Putze G, Alonso JR, Benjamín Climent A, Corrales Magin E, Felices F, et al. Bases para el manejo clínico de la intoxicación por humo de incendios. *Emergencias.* 2010;22:384-94.
- Ferrés-Padró V, Sequera VG, Vilajeliu A, Vidal M, Trilla A. Experiencia del uso del pulsicoxímetro en la evaluación prehospitalaria de las víctimas expuestas al humo de incendios en ambientes cerrados en Cataluña. *Emergencias.* 2015;27:23-6.
- Burillo Putze G, Munné Mas P, Dueñas Laita A, Trujillo Martín MM, Jiménez Sosa A, Adrián Martín MJ, et al. Intoxicaciones agudas: perfil epidemiológico y clínico, y análisis de las técnicas de descontaminación digestiva utilizadas en los servicios de urgencias españolas en el año 2006 -Estudio HISPATOX-. *Emergencias.* 2008;20:15-26.
- Dueñas-Laita A, Ruiz-Mambrilla M, Gandía F, Cerdá R, Martín-Escudero JC, Pérez-Castrillón JL, et al. Epidemiology of acute carbon monoxide poisoning in a Spanish region. *J Toxicol Clin Toxicol.* 2001;39:53-7.
- Nogué S, Puiguriquer J, Amigó M. Indicadores de calidad para la asistencia urgente de pacientes con intoxicaciones agudas (Calitox-2006). *Rev Calidad Asistencial.* 2008;23:173-91.
- Anseeuw K, Delvau N, Burillo-Putze G, De Iaco F, Geldner Gf, Holmström P, et al. Cyanide poisoning by fire smoke inhalation: a European expert consensus. *Eur J Emerg Med.* 2013;20:2-9.
- Satran D, Henry CR, Adkinson C, Nicholson CI, Bracha Y, Henry TD. Cardiovascular manifestations of moderate to severe carbon monoxide poisoning. *J Am Coll Cardiol.* 2005;45:1513-6.
- Rose JJ, Wang L, Xu Q, McTiernan CF, Shiva S, Tejero J, et al. Carbon monoxide poisoning: Pathogenesis, management, and future directions of therapy. *Am J Respir Crit Care Med.* 2017;195:596-606.
- Barfod C, Lauritzen MM, Danker JK, Sólertorms G, Forberg JL, Berlac PA et al. Abnormal vital signs are strong predictors for intensive care unit admission and in-hospital mortality in adults triaged in the emergency department - a prospective cohort study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2012;20:28.
- Burbano Santos P, Fernández-Guerrero IM, Martín-Sánchez FJ, Burillo G, Miró O. Análisis de redes de colaboración españolas en la investigación en Medicina de Urgencias y Emergencias (2010-2014). *Emergencias.* 2017;29:320-6.
- Bardés I, Jacob J, Ferré C, Llopis F. Asistencia, investigación y docencia: la tríada de la medicina de urgencias y emergencias. *Emergencias.* 2017;29:66.
- Antonini P, Magrini L, Murphy M, Di Somm S. Investigación multidisciplinar en el ámbito de urgencias. *Emergencias.* 2015;27:399-402.
- Hernández A. La enseñanza de la toxicología en las ciencias biosanitarias del siglo XXI. *Rev Toxicol* 2002;19:23-8.
- Rosell-Ortiz F, Mateos Rodríguez AA, Miró O. La investigación en medicina de urgencias y emergencias prehospitalaria. *Emergencias* 2012;24:3-4.
- Pérez de la Ossa N, Carrera D, Gorchs M, Querol M, Millán M, Gomis M et al. Design and validation of a prehospital stroke scale to predict large arterial occlusion: the rapid arterial occlusion evaluation scale. *Stroke.* 2014;45:87-91.
- González Armengol JJ, Toranzo Cepeda T. Aprobada en España la especialidad de Medicina de Urgencias y Emergencias en el Cuerpo Militar de Sanidad: repercusiones. *Emergencias.* 2016;28:3-5.
- Touger M, Birnbaum A, Wang J, Chou K, Pearson D, Bijur P. Performance of the RAD-57 pulse CO-oximeter compared with standard laboratory carboxyhemoglobin measurement. *Ann Emerg Med.* 2010;56:382-8.
- Hampson NB, Piantadosi CA, Thom SR, Weaver LK. Practice recommendations in the diagnosis, management, and prevention of carbon monoxide poisoning. *Am J Respir Crit Care Med.* 2012;186:1095-101.
- Hullin T, Aboab J, Desseaux K, Chevret S, Annane D. (2017) Correlation between clinical severity and different non-invasive measurements of carbon monoxide concentration: A population study. *PLoS ONE.* 2017; 12(3):e0174672. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174672>.
- Sanello A, Gausche-Hill M, Mulkerin W, Sporer KA, Brown JF, Koenig KL et al. Altered mental status: current evidence-based recommendations for prehospital care. *West J Emerg Med.* 2018;19:527-41.
- Álvarez Rodríguez C, Vázquez Lima MJ. La pulsicoximetría en el ámbito prehospitalario. *Emergencias.* 2015;27:9-10.