



ORIGINAL

Experiencia del uso del pulsicooxímetro en la evaluación prehospitalaria de las víctimas expuestas al humo de incendios en ambientes cerrados en Cataluña

Vicenç Ferrés-Padró¹, Víctor-Guillermo Sequera², Alba Vilajeliu², Miquel Vidal¹, Antoni Trilla²

Objetivo. El estudio describe las características clínicas y los valores de carboxihemoglobina por pulsicoximetría portátil (SpCO) *in situ* que presentaron víctimas de incendios y valora su aporte en la decisión de traslado hospitalario.

Método. Estudio observacional retrospectivo. Se incluyeron víctimas expuestas a humo de incendios en ambientes cerrados que recibieron asistencia prehospitalaria por el *Grup d'Emergències Mèdiques* (GEM) desde enero del 2010 a diciembre 2012. Se construyó un modelo explicativo de regresión logística con las variables independientes: sexo, edad, hábito tabáquico, antecedentes patológicos, síntomas y signos de intoxicación, presencia de quemaduras, valor de SpCO y saturación de oxígeno. La variable respuesta fue la decisión de traslado hospitalario.

Resultados. Se atendieron a 331 de víctimas, seis de ellas fallecieron *in situ*. El 43,8% (135/308) fueron trasladadas a un hospital. El 57,8% (178/308) eran hombres, con edades comprendidas entre 18 y 65 años el 73,0% (216/296). El 11,4% (35/308) presentó valores de SpCO $\geq 10\%$, y la media global fue de 4,33% (IC95% 3,65-5,12). Las variables del modelo multivariante que mostraron asociación con la decisión de traslado hospitalario fueron: presencia de quemaduras ($p = 0,014$), signos ($p < 0,001$) y síntomas ($p = 0,011$) de intoxicación y los valores de SpCO ($p < 0,001$). En el caso de valores de SpCO $\geq 10\%$, la OR para traslado hospitalario fue 12,59 (IC 95% 4,32-36,69).

Conclusión. El uso del pulsicooxímetro en la asistencia prehospitalaria aportó un valor añadido independiente para la toma de decisión de traslado hospitalario.

Palabras clave: Intoxicación por humo. Pulsicooxímetro. Carboxihemoglobina.

Filiación de los autores:

¹Grup d'Emergències Mèdiques, Direcció General de Prevenció, d'Incendis i Salvaments de la Generalitat de Catalunya, Barcelona, España.

²Servicio de Medicina Preventiva y Epidemiología, Hospital Clínic de Barcelona, Centro de Investigación en Salud Internacional de Barcelona (CRESIB), Universitat de Barcelona, España.

Autor para correspondencia:

Víctor-Guillermo Sequera
Servicio de Medicina Preventiva y Epidemiología. Hospital Clínic C/ Villarroel, 170. 08036 Barcelona, España

Correo electrónico:

vgsequer@clinic.ub.es

Información del artículo:

Recibido: 10-3-2014
Aceptado: 15-5-2014
Online: 11-6-2014

Experience with pulse carbon monoxide oximetry for prehospital assessment of patients exposed to smoke from fires in closed spaces in Catalonia

Objective. To describe the clinical characteristics of fire smoke inhalation victims and carboxyhemoglobin values (SpCO) recorded with a portable pulse carbon monoxide (CO) oximeter at rescue sites in Catalonia. To assess the contribution of SpCO information to decision-making during emergency transfers.

Methods. Retrospective observational study. We included records for patients exposed to smoke in closed spaces at fires. The patients had been attended by the Catalan Emergency Medical Group (GEM) from January 2010 to December 2012. A logistic regression model included the following independent variables: sex, age, smoking status, known medical history, signs and symptoms of intoxication, burns, SpCO, and oxygen saturation. The dependent variable was the decision to transfer the patient to a hospital.

Results. The GEM attended 331 victims; 6 died at the scene of the fire and 43.8% (135/308) were transferred to a hospital. The cohort included 178 men (57.8% of 308), and 73.0% were between the ages of 18 and 65 years (216/296). SpCO levels were over 10% in 11.4% (35/308); the mean SpCO was 4.33% (95% CI, 3.65%-5.12%). The regression model identified the following variables associated with the decision to transfer the patient to a hospital: presence of burns ($P=0.014$), signs ($P<0.001$) and symptoms ($P=0.011$) of intoxication, and SpCO value ($P<0.001$). The odds ratio for SpCO $\geq 10\%$ was 12.59 (95% CI, 4.32-36.69) in relation to transfer to a hospital.

Conclusion. Pulse CO-oximetry contributed to the prehospital emergency care of these patients by influencing the decision to transfer the patient to a hospital.

Keywords: Intoxication from smoke inhalation. Pulse carbon monoxide oximetry. Carboxyhemoglobin.

Introducción

La intoxicación por humo es la principal causa de morbimortalidad en los incendios, especialmente cuando éstos se producen en ambientes cerrados, donde el monóxido de carbono (CO) y el cianuro (CN) son protagonistas¹. Los servicios de urgencias de España reciben

un mínimo de 2000 intoxicados por humo al año. Se calcula que mueren anualmente por esta causa entre 50 y 100 personas, el 75% de ellas en el lugar del incidente. En Cataluña, la incidencia de intoxicación por CO se sitúa entre 250 y 300 casos al año².

La intoxicación por CO puede presentarse con síntomas y signos inespecíficos, de forma que un cribado

puede permitir identificar casos de intoxicación por CO ocultos³. En este sentido, la utilización del pulsicooxímetro portátil permite conocer de forma no invasiva y rápida la saturación de carboxihemoglobina (SpCO) en el entorno prehospitalario^{4,5}.

Actualmente, las guías de actuación ante sospecha de exposición e inhalación de humos recomiendan que posteriormente a una valoración clínica se realice la determinación de la SpCO². Si una persona presenta valores considerados dentro de la normalidad (< 10%) se procede a una reevaluación *in situ*. En caso contrario, se procede al traslado hospitalario y se establece tratamiento con oxigenoterapia⁶. En consecuencia, a partir de una valoración clínica y valores de SpCO iniciales normales se podría proceder al alta prehospitalaria con recomendaciones médicas. Este trabajo pretende describir las características clínicas y los valores de SpCO por pulsicooxímetro portátil no invasivo presentados por víctimas de incendios atendidos de forma prehospitalaria y valorar su aportación en la toma de decisión de traslado a un centro hospitalario.

Método

Estudio observacional retrospectivo que incluyó individuos expuestos al humo de incendios en ambien-

tes cerrados, los cuales fueron asistidos de forma prehospitalaria por el *Grup d'Emergències Mèdiques* (GEM). Los datos corresponden a incendios registrados en las comarcas del Vallés Oriental, Vallés Occidental y Maresme (Cataluña) entre enero de 2010 a diciembre de 2012. Se recogieron las variables: sexo, edad, hábito tabáquico, antecedentes patológicos que podrían aumentar la sospecha de gravedad de una intoxicación (cardiopatías, neumopatías, patologías psiquiátricas), síntomas de intoxicación (cefalea, mareo, confusión, náuseas/vómitos, disnea, tos), signos de intoxicación (presencia de cenizas u hollín en nariz o boca, quemaduras de vibras, constantes vitales anormales), presencia de quemaduras, valores de saturación de oxígeno basal al 21% por pulsioximetría (SpO₂) y saturación de carboxihemoglobina medida por pulsicooximetría portátil no invasiva mediante un aparato modelo Rainbow Set Rad 57 cm *Signal Extraction Pulse CO-oximeter de Masimo Corporation*[®] (Irvine, California, EE.UU.). Se consideró como variable respuesta la decisión de traslado dicotomizada en alta *in situ* y traslado hospitalario (ingreso u observación). Los datos fueron recogidos de manera anónima por el personal especializado del GEM. El proyecto fue aprobado por los responsables de la Dirección Médica del GEM, y fue presentado y validado en sesión clínica informativa.

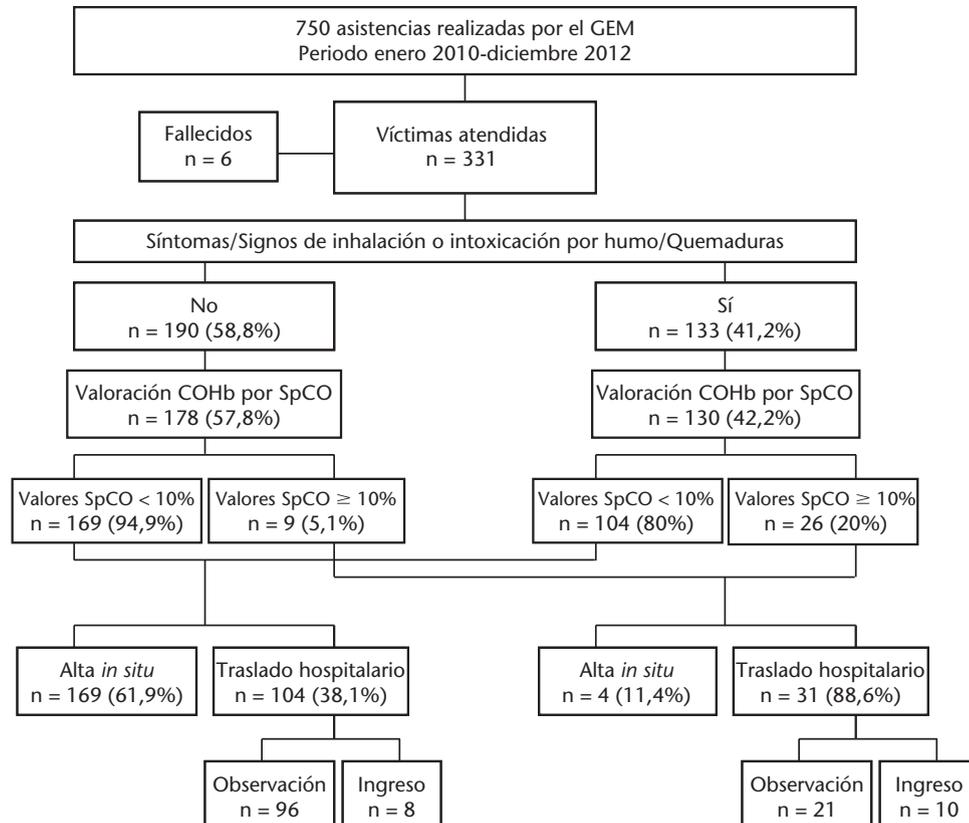


Figura 1. Árbol de clasificación de la atención a víctimas de incendio en ambiente cerrado con la correspondiente decisión de traslado según la valoración de carboxihemoglobina (COHb) por pulsicoximetría portátil (SpCO). GEM: Grup d'Emergències Mèdiques.

La edad, la SpCO y la saturación de oxígeno basal fueron evaluadas de manera estratificada. Se excluyeron del análisis: los fallecidos, los sujetos sin registro del valor de SpCO y los que no se disponía de datos de traslado. Se realizó un modelo de regresión logística explicativo (univariado y multivariado) para estimar la asociación de las variables independientes en la decisión de traslado a un centro hospitalario. Los resultados del modelo se muestran en *odds ratio* (OR) con sus respectivos intervalos de confianza (IC) del 95% y los valores de *p* se obtuvieron mediante el test de Wald. Se consideraron estadísticamente significativos valores de *p* inferiores a 0,05. Para el procesamiento de datos se empleó el paquete estadístico SPSS, versión 18.0.

Resultados

Durante 3 años el equipo GEM fue solicitado para participar en un total de 750 asistencias de incendios en ambientes cerrados, y en 181 de ellas se actuó con medidas de emergencia prehospitalarias a un total de 331 víctimas directas. Tres sujetos habían fallecido antes de la llegada del GEM y otros 3 murieron durante la asistencia. Se excluyeron del análisis por los motivos antes descritos a 17 sujetos más, por lo que la muestra analizada fue 308.

El 57,8% (178/308) de los atendidos fueron hombres, y el rango de edad fue de 18 a 65 años. El 14,0% (43/308) refería hábito tabáquico y el 17,4% (52/308) antecedentes patológicos. Presentaron síntomas y signos de intoxicación el 31,2% (96/308) y 20,5% (61/308) respectivamente, 32 de ellos compartían ambas características. La saturación de oxígeno basal fue inferior al 95% en el 11,1% (30/271).

Se obtuvieron datos de medición de SpCO en 308 sujetos, con una media global de 4,3% (IC95% 3,65-5,12). El 11,4% (35/308) presentó valores de SpCO iguales o superiores al 10%, con un valor máximo del 54%. En la Tabla 1 se muestran los valores de carboxihemoglobina por pulsicoximetría según las variables sociodemográficas y clínicas.

En el análisis univariado se observó la asociación significativa al traslado hospitalario de las siguientes variables ordenadas decrecientemente según su valor en OR: signos de intoxicación; valores de SpCO, presencia de quemaduras; presencia de antecedentes patológicos, síntomas sugerentes de intoxicación, la edad (especialmente en cuando son menores de 18 años) y una saturación de oxígeno basal inferior al 95%. Estas variables fueron incluidas en el análisis multivariante donde persiste una significación estadística de dicha asociación para la presencia de signos de intoxicación, los valores elevados de la SpCO, y la presencia de quemaduras y de síntomas sugerentes de intoxicación (Tabla 2). Se observó asociación entre las variables: signos de intoxicación, síntomas de intoxicación y presencia de quemaduras, lo cual se corrige con el modelo multivariado. La evaluación de interacción con estas tres variables no presentó significancia.

Tabla 1. Valores cuantitativos de carboxihemoglobina por pulsicoximetría según factores sociodemográficos y clínicos de las víctimas

	Media (DE)	IC 95%	p*
Sexo			0,844
Masculino	4,27 (0,51)	(3,40-5,53)	
Femenino	4,42 (0,58)	(3,40-5,67)	
Edad			0,570
Menores de 18 años	3,15 (0,72)	(2,78-4,28)	
Entre 18 y 65 años	4,54 (0,45)	(4,39-8,78)	
Mayores de 65 años	4,80 (1,19)	(3,10-12,60)	
Síntomas de intoxicación			0,001
No	3,18 (1,05)	(2,69-3,65)	
Sí	6,89 (0,24)	(5,00-9,08)	
Signos de intoxicación			0,002
No	3,29 (0,25)	(2,83-3,82)	
Sí	8,56 (1,6)	(5,53-11,80)	
Quemaduras			0,11
No	4,04 (0,37)	(3,40-4,84)	
Sí	8,72 (2,82)	(3,85-14,59)	
Antecedentes patológicos			0,052
No	3,84 (0,35)	(3,16-4,53)	
Sí	6,79 (1,49)	(4,25-10,10)	
Hábito tabáquico			0,038
No	3,91 (0,38)	(3,23-4,69)	
Sí	6,98 (1,39)	(4,69-9,68)	
Saturación oxígeno basal			0,072
> 95%	3,68 (0,28)	(3,13-4,29)	
≤ 95%	9,17 (2,92)	(4,08-15,26)	
Traslado hospitalario			< 0,001
No	2,50 (0,22)	(2,07-2,94)	
Sí	6,68 (0,78)	(5,29-8,47)	

*Comparación de medias por *t*-student en todas las variables, a excepción de la variable edad donde se utilizó el análisis de la variancia (ANOVA).

Discusión

Desde la introducción en el mercado en 2005, el pulsicoxímetro ha sido adoptado por algunas unidades de atención prehospitalaria como el GEM². Hasta la fecha no existen en Cataluña análisis epidemiológicos y clínicos sobre los individuos atendidos prehospitalariamente en el contexto de probable intoxicación por inhalación de humos de incendios, en los cuales se haya realizado una determinación no invasiva de carboxihemoglobina en el lugar del incidente.

Los estudios publicados sobre el uso de la SpCO se han centrado en investigar su fiabilidad clínica (*versus* la detección en sangre) y en detectar certeramente intoxicaciones por CO mediante el cribado de poblaciones. Nuestro estudio se focaliza en otro aspecto: su uso y aplicación como herramienta de cribado prehospitalario. Los resultados de la experiencia descrita muestran que uno de los factores más relevantes en la valoración *in situ* que ayudan a decidir un traslado hospitalario es la SpCO (si $\geq 10\%$, OR 12,59).

La media de los valores de SpCO observados en las víctimas (4,3%) es superior a los valores normales en la población general. En una persona no fumadora se encuentran entre 1 y 3% y si es fumadora o habitante de entornos con alto índice de contaminación ambiental puede ser considerada dentro la normalidad hasta un máximo de 10%^{4,7}. Se observó que el antecedente de

Tabla 2. Factores clínicos y epidemiológicos asociados a la decisión de traslado hospitalario

	Traslado hospitalario n (%)	Total	Univariado		Multivariado [‡]	
			OR	p [†]	ORa*	p [†]
Sexo				0,81		
Masculino	77 (43,3)	178	1		–	–
Femenino	58 (44,6)	130	1,05 (0,67-1,60)			
Edad				0,004		0,193
Entre 18 y 65 años	81 (37,5)	216	1		1	
Mayores de 65 años	30 (55,6)	54	2,08 (1,14-3,80)		2,30 (0,90-5,89)	
Menores de 18 años	17 (65,4)	26	3,15 (1,34-7,39)		1,58 (0,41-6,18)	
Síntomas de intoxicación				< 0,001		0,011
No	74 (34,9)	212	1		1	
Sí	61 (63,5)	96	3,25 (1,96-5,37)		2,77 (1,27-6,05)	
Signos de intoxicación				< 0,001		< 0,001
No	77 (31,2)	247	1		1	
Sí	58 (95,1)	61	41,47 (12,54-135,15)		32,23 (8,46-122,84)	
Quemaduras				0,004		0,014
No	120 (41,5)	289	1		1	
Sí	15 (78,9)	19	5,28 (1,71-16,25)		7,83 (1,51-40,39)	
Antecedentes patológicos				< 0,001		0,02
No	99 (38,7)	256	1		1	
Sí	36 (69,2)	52	3,53 (1,88-6,69)		3,23 (1,20-8,66)	
Hábito tabáquico				0,55		–
No	118 (44,6)	265	1		–	–
Sí	17 (39,5)	43	0,82 (0,42-1,57)			
Saturación oxígeno basal				0,015		0,551
> 95%	88 (36,5)	241	1		1	
≤ 95%	18 (60,0)	30	2,61 (1,20-5,67)		1,45 (0,43-4,82)	
SpCO				< 0,001		< 0,001
Igual a 0 a 3%	56 (31,6)	177	1		1	
De 4 a 6%	29 (44,6)	65	1,74 (0,97-3,12)		2,53 (1,12-5,82)	
De 7 a 9%	19 (61,3)	31	3,42 (1,55-7,53)		6,16 (2,16-17,41)	
10% o más	31 (88,6)	35	16,74 (5,63-49,72)		30,22 (7,23-126,32)	

*Odds Ratios ajustados de un modelo de regresión múltiple para las variables presentes en el modelo. †p valor obtenido por el test de Wald. ‡Modelo ajustado para datos correlacionados con errores estándar robustos. SpCO: valores de carboxihemoglobina por pulsicoximetría portátil. –: variable no incluida en el modelo.

tabaquismo no afectó la medición *in situ* de la SpCO lo suficiente como para influenciar en la decisión del traslado [OR 0,82 (IC 95% 0,42-1,57)].

Además, existen estudios que muestran que el uso del pulsicoxímetro puede reducir el tiempo de la primera determinación de COHb, en consecuencia acelera el diagnóstico, el adecuado *triaje* (incluyendo la decisión de traslado hospitalario) y el establecimiento del tratamiento óptimo⁵.

Una de las limitaciones de este estudio fue que los datos fueron recogidos por una única unidad de soporte vital avanzado de bomberos, así como la existencia de variables interesantes no recogidas, como: el tipo de humo o combustión, el tiempo de la determinación de SpCO postexposición⁸ o la existencia de características sociodemográficas (niños muy pequeños, embarazadas, acompañantes de casos graves) que pueden ser importantes en la decisión de traslado hospitalario de un determinado sujeto.

La introducción del uso universal del pulsicoxímetro portátil en los algoritmos de atención prehospitalaria puede ser de relevante utilidad para la detección de forma sencilla y rápida de intoxicaciones masivas por CO subclínicas en el lugar del incidente. Además aporta, tal como se describe en este estudio, un valor independiente en la decisión de traslado hospitalario de la víctima y en consecuencia, en la mejora y celeridad en el manejo clínico de la intoxicación.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés en relación al presente artículo.

Bibliografía

- 1 Dueñas-Laita A, Burillo PG, Alonso JR, Bajo A, Climent B, Corral E, et al. Bases del manejo clínico de la intoxicación por humo de incendios "Docohumo Madrid 2010". Med Intensiva. 2010;34:609-19.
- 2 Soto JM, Jiménez X, Olivé M, Desola J, Oliu G, Inoriza JM, et al. Protocol conjunt d'actuació inicial en intoxicacions agudes per fum, monòxid de carboni (CO) i cianhídric (CN). Generalitat de Catalunya [material electrònic] 2012, 1ª ed. (Consultado 20 Diciembre 2013) Disponible en: http://www.socmue.cat/docs/gr_treball/PROTOCOL_FUM.PDF
- 3 Nilson D, Partridge R, Suner S, Jay G. Non-invasive carboxyhemoglobin monitoring: screening emergency medical services patients for carbon monoxide exposure. Prehosp Disaster Med. 2010;25:253-6.
- 4 Suner S, Partridge R, Sucov A, Valente J, Chee K, Hughes A, et al. Non-invasive pulse CO-oximetry screening in the emergency department identifies occult carbon monoxide toxicity. J Emerg Med. 2008;34:441-50.
- 5 Hampson NB. Noninvasive pulse CO-oximetry expedites evaluation and management of patients with carbon monoxide poisoning. Am J Emerg Med. 2012;30:2021-4.
- 6 Piatkowski A, Ulrich D, Grieb G, Pallua N. A new tool for the early diagnosis of carbon monoxide intoxication. Inhal Toxicol. 2009;21:1144-7.
- 7 Kao LW, Nañagas KA. Carbon monoxide poisoning. Emerg Med Clin North Am. 2004;22:985-1018.
- 8 Grabowska T, Skowronek R, Nowicka J, Sybirska H. Prevalence of hydrogen cyanide and carboxyhaemoglobin in victims of smoke inhalation during enclosed-space fires: a combined toxicological risk. Clin Toxicol (Phila). 2012;50:759-63.