



Original

## Niveles elevados de carboxihemoglobina: fuentes de exposición a monóxido de carbono



Herminia Buchelli Ramirez, Ramón Fernández Alvarez\*, Gemma Rubinos Cuadrado, Cristina Martinez Gonzalez, Francisco Rodriguez Jerez y Pere Casan Clara

Unidad de Gestión Clínica de Pulmón, Servicio de Neumología, Hospital Universitario Central de Asturias, Oviedo, Asturias, España

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

#### Historia del artículo:

Recibido el 7 de diciembre de 2013

Aceptado el 10 de marzo de 2014

On-line el 6 de mayo de 2014

#### Palabras clave:

Intoxicación por monóxido de carbono  
Niveles de monóxido de carbono en sangre  
Fuentes de exposición a monóxido de carbono

### R E S U M E N

**Introducción:** La inhalación de monóxido de carbono (CO) puede producir intoxicación, ocasionando desde una sintomatología inespecífica hasta la muerte. Muchas veces hay infradiagnóstico ya que exponerse a concentraciones bajas pasa inadvertida, y los valores umbral de normalidad para la carboxihemoglobina varían según distintos autores. El objetivo de nuestro trabajo fue analizar los niveles de carboxihemoglobina (COHb) en una población no seleccionada y detectar las fuentes de exposición al monóxido de carbono

**Métodos:** Con un diseño transversal y descriptivo, se analizaron consecutivamente las gasometrías arteriales procesadas en nuestro laboratorio. Se seleccionaron aquellos que tenían una COHb  $\geq 2,5\%$  en no fumadores y  $\geq 5\%$  en fumadores. A los casos seleccionados se realizó entrevista telefónica estructurada. **Resultados:** De 306 valoraciones iniciales, 64 casos (20%) tenían valores elevados de COHb y se obtuvieron datos de 51, 31 (60%) varones, de  $65 \pm 12$  años. La media de COHb fue de 4,0%. Cuarenta pacientes (78%) eran no fumadores con niveles de COHb de 3,2% y 11 fumadores con niveles de COHb de 6,7%. En 45 pacientes (88,2%) se detectó exposición a al menos una fuente de producción de CO ambiental distinta al humo del tabaco.

**Conclusiones:** Un porcentaje relevante de individuos de una muestra no seleccionada tiene valores elevados de COHb. Posiblemente las principales fuentes de exposición estén en el domicilio particular, por lo que debe explorarse esta posibilidad, alertar sobre los riesgos y estimular la toma de medidas preventivas.

© 2013 SEPAR. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

### Elevated Carboxyhemoglobin: Sources of Carbon Monoxide Exposure

#### A B S T R A C T

#### Keywords:

Carbon monoxide poisoning  
Blood carbon monoxide levels  
Environmental carbon monoxide sources

**Introduction:** Inhalation of carbon monoxide (CO) can result in poisoning, with symptoms ranging from mild and nonspecific to severe, or even death. CO poisoning is often underdiagnosed because exposure to low concentrations goes unnoticed, and threshold values for normal carboxyhemoglobin vary according to different authors. The aim of our study was to analyze carboxyhemoglobin (COHb) levels in an unselected population and detect sources of CO exposure

**Methods:** In a cross-sectional descriptive study, we analyzed consecutive arterial blood gas levels processed in our laboratory. We selected those with COHb  $\geq 2.5\%$  in nonsmokers and  $\geq 5\%$  in smokers. In these cases a structured telephone interview was conducted.

**Results:** Elevated levels of COHb were found in 64 (20%) of 306 initial determinations. Of these, data from 51 subjects aged  $65 \pm 12$  years, 31 (60%) of which were men, were obtained. Mean COHb was 4.0%. Forty patients (78%) were non-smokers with mean COHb of 3.2%, and 11 were smokers with COHb of 6.7%. In 45 patients (88.2%) we detected exposure to at least one source of ambient CO other than cigarette smoke.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [enellano@gmail.com](mailto:enellano@gmail.com) (R. Fernández Alvarez).

**Conclusions:** A significant proportion of individuals from an unselected sample had elevated levels of COHb. The main sources of CO exposure were probably the home, so this possibility should be explored. The population should be warned about the risks and encouraged to take preventive measures.

© 2013 SEPAR. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

## Introducción

El monóxido de carbono (CO) es un gas tóxico, inodoro e incoloro que se produce por la combustión incompleta de los hidrocarburos. Tiene una afinidad por la hemoglobina 250 veces superior al oxígeno al que desplaza de su unión a esta molécula combinándose con ella de forma reversible formando la carboxihemoglobina (COHb). Un 60% del CO está presente en nuestro medio como resultado de la combustión de tabaco, biomasa y combustibles fósiles y en un 40% de forma natural.

La inhalación de CO puede ser muy nociva para la salud; la intoxicación se produce al respirar este gas, lo que provoca manifestaciones clínicas que van desde una sintomatología inespecífica hasta la muerte<sup>1</sup>. La exposición prolongada aún a bajos niveles de CO puede tener efectos adversos, especialmente cardiovasculares y neurológicos<sup>2</sup>. Se estima que hay un elevado porcentaje de infradiagnóstico ya que concentraciones bajas pero repetidas de CO pasan inadvertidas y van aumentando los niveles de COHb hasta producir una intoxicación crónica (IC); incluso en muchas ocasiones, ni siquiera se solicita atención médica (intoxicación oculta)<sup>3</sup>. Además, los valores de normalidad de COHb varían según distintos autores y las características de la población estudiada.

Se admite que en no fumadores el porcentaje de COHb en sangre debería de estar en cifras inferiores al 2% y en fumadores se puede alcanzar hasta el 10%<sup>3-7</sup>. En muchas ocasiones, las cifras elevadas de COHb podrán atribuirse al consumo de tabaco, pero en otras pueden ser secundarias a la inhalación de CO en el domicilio o el entorno laboral del individuo. Conocer estas situaciones será muy relevante para recomendar medidas de protección y evitar intoxicaciones.

Nuestra hipótesis es que al analizar los valores de COHb en una población no seleccionada detectaríamos individuos con cifras elevadas de COHb que podrían estar expuestos a fuentes de CO en el ambiente laboral o doméstico. El objetivo de nuestro trabajo fue analizar los niveles de COHb en una población no seleccionada y detectar posibles fuentes de exposición de CO.

## Material y métodos

### Diseño del estudio y grupos de estudio

Con un diseño transversal y descriptivo, se analizaron consecutivamente las gasometrías arteriales procesadas en nuestro laboratorio de función pulmonar en 9 días tomados al azar durante el mes de abril de 2013. La muestra se obtuvo y se procesó según el manual de procedimientos de evaluación de la función pulmonar de la SEPAR utilizando un gasómetro modelo Gem® Premier™ 4000 (Inc. Lexington, MA, EE. UU.)<sup>8</sup>.

De todos los casos obtenidos inicialmente se seleccionaron aquellos que tenían una COHb  $\geq 2,5\%$  en no fumadores y  $\geq 5\%$  en fumadores según criterios sugeridos en la literatura<sup>3,5,9,10</sup>. A los casos seleccionados se solicitó colaboración (consentimiento verbal) para entrevista telefónica, y se les proporcionó información para que extremaran las medidas de control ambiental en su entorno. El estudio fue aprobado por el comité ético de nuestro centro.

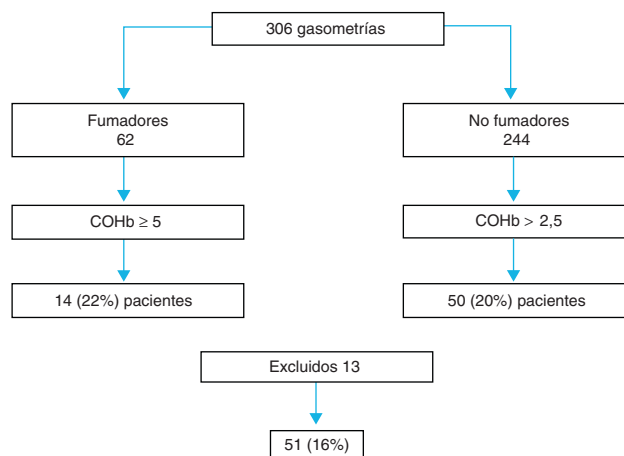


Figura 1. Casos.

### Recolección de datos

El estudio se realizó en la zona central de Asturias (Área sanitaria IV) durante el mes de abril de 2013. A todos los pacientes seleccionados y que aceptaron colaborar se les realizó una entrevista telefónica que tuvo lugar en un periodo de 4-6 semanas posterior a la realización de la gasometría. La entrevista incluía información sobre la edad, sexo, hábitat (rural o urbano), antecedentes patológicos, hábito tabáquico, trabajo fuera del domicilio, fuentes de exposiciones domésticas u ocupacionales al CO<sup>11</sup> (Anexo 1) y síntomas relacionados. Esta encuesta fue tomada del cuestionario detallado de exposición en el medio ambiente elaborado por el Colegio de Médicos de Familia de Ontario Canadá y adaptada hacia la exposición del CO.

### Estadística

Se estimó que para un nivel de confianza del 95% y un intervalo de confianza de 6, se necesitaría valorar 298 gasometrías. Las variables cuantitativas se expresan en forma de media y desviación estándar, para su análisis se empleó la comparación de medias (t de Student). Las variables cualitativas se expresan como porcentajes y se analizaron con la prueba de Chi-cuadrado. Se consideró significativa una  $p < 0,05$ .

## Resultados

Se valoraron inicialmente 306 gasometrías arteriales, esta muestra estaba compuesta por un 67% de varones con una edad de 69 (DE: 12) años. El porcentaje de COHb presentaba una mediana de 2,1 (0,3-14). El 79% eran no fumadores o ex fumadores. Sesenta y cuatro casos (20%) presentaron valores elevados de COHb por encima del umbral prefijado, de ellos se excluyeron 13: 6 habían fallecido en el momento de realizarse la encuesta telefónica, 5 no fueron localizados y 2 no quisieron responder a la encuesta. Estos 13 casos no mostraron diferencias significativas en sexo, edad y valores medios de niveles de COHb con los incluidos.

Se estudiaron un total de 51 casos (fig. 1), de ellos 31 (60%) fueron hombres, con una edad de  $65 \pm 12$  años, el 53% vivía en un ambiente

**Tabla 1**  
Posibles fuentes de exposición a monóxido de carbono ambiental

	Total (%)
Vivienda en área de alta densidad de tráfico	24 (47,1)
Uso de chimenea, horno de aceite, quemador de gas o leña para calentar el domicilio	27 (52,9)
Uso de aparatos de combustión sin ventilación (calentadores, cocinas, generador eléctrico) en interiores	10 (19,6)
Reparación reciente de horno, calderas y/o chimenea	7 (13,7)
Olvido de cocina de gas y/o carbón encendida	5 (9,8)
Realiza regularmente barbacoas	5 (9,8)
Trabajos en taller de reparación de coches	4 (7,8)
Olvido de coche encendido en el garaje	0 (0)
Permanencia en lugares con salida de ventilación bloqueada	0 (0)

rural y el 56% estaban jubilados y permanecían en su casa la mayor parte del día. La media de niveles de COHb fue de 4,04 (DE: 1,9). Cuarenta pacientes (78%) eran no fumadores con niveles de COHb de 3,2 (DE: 1,1) y 11 fumadores con niveles de COHb de 6,7% (DE: 1,7). Entre los no fumadores 7 (17%) referían exposición pasiva al humo del tabaco y su valor de COHb no mostró diferencias significativas con los no fumadores.

En 45 casos (88,2%) se detectó exposición a fuentes de producción de CO ambiental distinta al humo del tabaco (tabla 1). Dieciocho referían exposición a una única fuente de exposición y 27 a múltiples fuentes. Se detectó la presencia de síntomas en 11 pacientes (21%), el más frecuente fue la cefalea matutina. Solamente uno de los encuestados tenía un detector de CO en su domicilio.

## Discusión

En nuestra experiencia analizando los valores de COHb en individuos no seleccionados detectado un 16% de ellos que presentan valores elevados, y un 88% de ellos estaban expuestos a fuentes de producción de CO distintas al humo del tabaco y relacionadas con su ambiente laboral o doméstico, por ello podemos deducir la existencia de una población en riesgo de padecer intoxicación por CO.

La intoxicación por CO es la causa más común de lesiones y muerte por envenenamiento en todo el mundo<sup>12</sup>. En España se estima que cada año, entre 5.000 y 10.000 personas la padecen, con una media de 125 muertes anuales siendo más comunes durante los meses de invierno por el uso doméstico de hornos, estufas de gas, calentadores y chimeneas de leña, que en situaciones de funcionamiento subóptimo o utilizados en espacios mal ventilados<sup>13,14</sup>, de ahí la trascendencia de detectar el lugar y los individuos en riesgo. El mayor riesgo parece estar en los domicilios<sup>15,16</sup> y resaltamos que en nuestro trabajo el 56% de los individuos permanecían la mayor parte del día en sus casas y la fuente de exposición referida con más frecuencia fueron las emisiones de «chimeneas, hornos de aceite y quema de gas o leña para calentar el domicilio».

El consumo de tabaco es la causa principal de elevación de los niveles de COHb<sup>2,5,9</sup> y ha de ser la primera sospecha a considerar ante cifras elevadas de COHb, por ello los individuos participantes en nuestro estudio han sido interrogados exhaustivamente sobre este punto, y hemos detectado 62 fumadores activos (20%), esta cifra esta próxima al 21,7% que recoge la encuesta de salud de 2011-2012 como consumidores habituales de tabaco para nuestra comunidad<sup>17</sup>, no obstante también los fumadores pueden estar expuestos a otras fuentes de CO, por ello hemos utilizado distintos valores de COHb en fumadores y en no fumadores para situar el punto de corte.

Esos puntos de corte han sido tomados en función de experiencias publicadas en la literatura<sup>6,7,10,18,19</sup>. Así Casan et al. en una muestra de 2.104 pacientes no fumadores, obtuvieron una media de COHb medida en gasometría arterial de 1,65%<sup>6</sup>.

Puente-Maestu et al.<sup>7</sup>, también en no fumadores y con gasometría arterial encuentran una media de COHb del 1,53%. Sin embargo García et al. encontraron en pacientes no fumadores una COHb media de 3,29% que se explicaba por el uso como calefacción doméstica del brasero de carbón vegetal, característico de zonas rurales<sup>18</sup>, y también González et al.<sup>10</sup> en una serie de pacientes no fumadores con insuficiencia respiratoria crónica en tratamiento con oxigenoterapia domiciliaria encontró que los que utilizaron como calefacción el brasero de carbón vegetal tenían una COHb media de 4,63% frente al 2,15% de los que usaban calefacción central. Estudios realizados en Estados Unidos y Reino Unido sobre población urbana, encuentran valores inferiores al 2% en individuos no fumadores situándose las cifras de los fumadores por encima del 5%<sup>2,4,5,20</sup>.

Todo ello sugiere que los valores de COHb pueden estar sujetos a diferencias geográficas relacionadas con hábitos de vida especialmente en el empleo de combustibles para calentar las viviendas. En nuestra serie hemos encontrado un valor medio de COHb de 2,8% en no fumadores y de 6,4% en fumadores.

Queremos llamar la atención sobre el análisis de los valores de COHb y sospechar la posibilidad de que un individuo pueda estar sometido a fuentes de intoxicación en su entorno laboral o doméstico que nos permitan establecer recomendaciones sobre control ambiental, teniendo en cuenta que la principal complicación de la intoxicación por CO es la muerte.

Nuestro estudio presenta como limitaciones fundamentales la posible infradeclaración del hábito tabáquico y no haber medido las emisiones de CO en los domicilios, que hubiese confirmado el origen de la fuente de exposición, no obstante se hicieron recomendaciones de control ambiental a los individuos en riesgo. Otra limitación de nuestro estudio es la ausencia de datos de comorbilidad y referencias a la situación clínica o funcional de los pacientes incluidos. La mayor fortaleza de nuestro estudio está en señalar una situación de infradiagnóstico con consecuencias potencialmente mortales.

En conclusión, hemos detectado que un 16% de una muestra de individuos no seleccionados presenta valores de COHb que podemos considerar elevados y que no lo podemos atribuir (al menos de forma exclusiva) al consumo de tabaco. Posiblemente las principales fuentes de exposición estén en el domicilio particular, por lo que debe explorarse esta posibilidad y alertar de los riesgos de intoxicación por CO. En este sentido sugerimos que se debería diseñar un protocolo de educación y prevención para informar sobre este riesgo a la población. Una evaluación sistemática de los aparatos de combustión y medidas de niveles de CO en los ambientes laborales y domésticos puede ser necesaria en individuos seleccionados.

## Anexo 1. Encuesta para detección de fuentes de exposición al monóxido de carbono

¿Vive en una zona con mucho tráfico?

Sí No

Para calentar la casa ¿usa chimenea, horno de aceite o la quema de gas o leña?

Sí No

¿Ha tenido el horno, calderas y la chimenea reparado recientemente?

Sí No

¿Ha usado un aparato de combustión sin ventilación (por ejemplo: calentadores, cocinas, generador eléctrico) en interiores?

Sí No

¿Olvidó su coche en marcha en el garaje?

Sí No

¿Trabaja en taller de reparación de coches?

Sí No

¿Ha estado en lugares con salida de ventilación bloqueada?

Sí No

¿Olvidó su cocina de gas y/o carbón encendida alguna vez?

Sí No

¿Realiza regularmente barbacoas en casa?

Sí No

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

### Bibliografía

1. Townsend CL, Maynard RL. Effects on health of prolonged exposure to low concentrations of carbon monoxide. *Occup Environ Med.* 2002;59:708-11.
2. Whincup P, Papacosta O, Lennon L, Haines A. Carboxyhaemoglobin levels and their determinants in older British men. *BMC Public Health.* 2006;6:189-289.
3. Wright J. Chronic and occult carbon monoxide poisoning: We don't know what we're missing. *Emerg Med J.* 2002;19:386-90.
4. Stewart RD, Baretta ED, Platte LR, Stewart EB, Kalbfleisch JH, van Yserloo B, et al. Carboxihemoglobin levels in American blood donors. *JAMA.* 1994;229:1187-95.
5. Castleden CM, Cole PV. Carboxyhaemoglobin levels of smokers and non-smokers working in the City of London. *Br J Ind Med.* 1975;32:115-8.
6. Casan P, Miranda RM, Sanchís J. Concentración de carboxihemoglobina (COHb) en una población urbana de pacientes no fumadores. *Arch Bronconeumol.* 1994;30:517-8.
7. Puente-Maestu L, Bahonza N, Pérez MC, Ruiz de Oña JM, Rodríguez Hermosa L, Tatay E. Relación entre la exposición al humo del tabaco y las concentraciones de carboxihemoglobina y hemoglobina. *Arch Bronconeumol.* 1998;34:339-443.
8. Puente-Maestu L, Compte L, Macián V, Blanco M, Rodríguez M, et al. Manual SEPAR de procedimientos: procedimientos de evaluación de la función pulmonar. Volúmenes pulmonares. 2002:37-66.
9. Clarke S, Keshishian C, Murray V, Kafatos G, Ruggles R, Coultrip E, et al., Carbon Monoxide in Emergency Departments (COED) Working Group. Screening for carbon monoxide exposure in selected patient groups attending rural and urban emergency departments in England: A prospective observational study. *BMJ Open.* 2012;2:e000877.
10. González Ruíz JM, Barrueco M, Cordovilla R, Gomez F, Hernandez MA, Rodriguez MC. Niveles de carboxihemoglobina en relación con la calefacción doméstica. *Arch Bronconeumol.* 1997;33:378-83.
11. Abelsohn A, Sanborn MD, Jessiman BJ, Weir E. Identifying and managing adverse environmental health effects: Carbon monoxide poisoning. *CMAJ.* 2002;166:1685-90.
12. Thom SR. Hyperbaric-oxygen therapy for acute carbon monoxide poisoning. *N Engl J Med.* 2002;347:1105-6.
13. Kao LW, Nañagas KA. Toxicity associated with carbon monoxide. *Clin Lab Med.* 2006;26:99-125.
14. Heckerling PS. Occult carbon monoxide poisoning: A cause of winter headache. *Am J Emerg Med.* 1987;5:201-4.
15. Fleta-Zaragozano J, Fons-Estupiñá C, Arnauda-Espatolero P, Ferrer-Dufol A, Olivares-López JL. Intoxicación por monóxido de carbono. *An Pediatr (Barc).* 2005;62:587-90.
16. Macías-Robles MD, Fernández-Carreira JM, García-Suárez I, Fernández-Diéguez O, Redondo-Torres G. Evolución epidemiológica de las intoxicaciones agudas por gases tóxicos atendidas durante el periodo de 2004 a 2007 en urgencias de un hospital comarcal. *Emerg.* 2009;21:350-3.
17. INE (Instituto nacional de estadística). Encuesta Nacional de salud 2011-2012 de consumidores habituales de tabaco del Principado de Asturias [consultado 2 Dic 2013]. [Base de datos en línea] Disponible en: <http://www.ine.es/jaxi/tabla.do>
18. García Aroyo AI, Fernández Testa A, Ochoa Sangrador C, Antolín García MT, Sánchez Berrocal JL, Ramos Pastor N, et al. Intoxicación subclínica por monóxido de carbono en nuestra área sanitaria. *Rev Clin Esp.* 2003;203:378-81.
19. 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.
20. McTurner JA, McNicol W, Sillett RW. Distribution of carboxyhaemoglobin concentration in smokers and non-smokers. *Thorax.* 1986;41:25-7.