Intoxicaciones inadvertidas por monóxido de carbono: una epidemia oculta

Vázquez Lima M J, Álvarez Rodríguez C *, Cruz Landeira A, López Rivadulla M

Servicio de Urgencias del Hospital do Salnés. Villagarcía de Arousa (Pontevedra).

Resumen: Diferentes autores afirman que existe un elevado volumen de intoxicaciones por monóxido de carbono que pasan inadvertidas para el personal sanitario, lo que representa un importante problema de salud.

Para confirmar esta hipótesis en un área de salud determinada, sobre la que se dispone de reciente información en relación al volumen de intoxicaciones que sí son detectadas, se realizó este trabajo. Para ello, se seleccionó como población de estudio al conjunto de pacientes que acudieron al Servicio de Urgencias del Hospital do Salnes, por cualquier motivo, durante el mes de febrero de 2013. Se recogió una amplia muestra representativa de esta población por un sistema aleatorio sistemático, quedando constituida por 1501 pacientes. A todos ellos se les realizó una medición no invasiva de carboxihemoglobina mediante pulsicooximetría con el objetivo de detectar todas las intoxicaciones, tanto las sospechadas por el personal sanitario como las que pasarían inadvertidas. El número de intoxicaciones detectadas en la muestra fue de 10, lo que representa el 0,7% (± 0.34% p< 0.05) de las urgencias atendidas, siendo 18 (8,8-27,1) el número de casos esperados para la población de estudio. Esta cifra fue muy superior a la de intoxicados que se detectaron en el trabajo ordinario del personal sanitario durante los diez años previos, en el mismo mes de febrero y en el mismo centro sanitario, con una media anual de 1.3 casos (DS: 2.8), por lo que se concluye confirmando la hipótesis de que el número de intoxicaciones inadvertidas por monóxido de carbono es muy elevado.

Palabras clave: Monóxido de carbono. Intoxicación por monóxido de carbono. Carboxihemoglobina. Toxicología. Urgencias médicas.

Abstract: Undetected carbon monoxide poisoning: an occult epidemic

Some authors say that there is a high number of carbon monoxide poisoning undetected by medical doctors. That means an important health problem.

To support this hypothesis we selected an emergency department where we know the number of carbon monoxide poisoning detected in the past.

We studied a group of people who came to the emergency department of the Hospital do Salnés in February 2013. We selected 1501 patients using a simple random sampling system. In each of the patients in the sample we measured the carboxyhemoglobin using the pulse co oximetry. The purpose was to detect all poisoned patients. The number of carbon monoxide poisoning detected in the random sample was 10. That means 0.7% (± 0.34% p <0.05) of all the people who went to the emergency department in February. That also means that the number of carbon monoxide poisoning expected for the study population would be 18 (8.8 to 27.1) This number was much higher than the number detected in the ordinary work of emergency physicians during the past ten years, in the month of February and in the same emergency department. They detected an average annual 1.3 poisonings (SD: 2.8). We conclude that the number of undetected carbon monoxide poisoning is very high.

Keywords: Carbon Monoxide. Carbon monoxide poisoning. Carboxyhemoglobin. Toxicology. Emergencies

*e-mail: cesareo.alvarez@gmail.com

Introducción

La intoxicación por monóxido de carbono (CO) representa la intoxicación más frecuente en nuestro medio como consecuencia de la exposición a gases tóxicos [1]. Tiene mayor incidencia en invierno, afectando tanto a hombres como a mujeres, a adultos y a niños. Suele ocurrir en accidentes domésticos, en relación con la combustión incompleta en estufas, calentadores, calderas o braseros, debido a un déficit parcial de O_2 en el proceso de combustión [2].

El sistema de toxicovigilancia de la sección de toxicología clínica de la Asociación Española de Toxicología, en el que participaron 15 hospitales de diversas comunidades autónomas, ha registrado entre los años 2004 y 2008 una media de 175 intoxicaciones por CO anuales, con un promedio de 3 muertos cada año de entre los que llegaron vivos al hospital. A partir de estas cifras puede estimarse que en nuestro país se producen cada año unos 2000 casos de intoxicaciones por CO con una tasa de mortalidad aproximada del 4% [3,4].

Pero quizá el problema epidemiológico sea incluso mayor de lo que se ha descrito, puesto que diversos autores han señalado un elevado volumen de intoxicaciones ocultas por CO en la mayoría de las poblaciones [5,6], sugiriendo cifras alarmantes de intoxicaciones inadvertidas próximas al 40% del total de intoxicados para algunos investigadores [7] e incluso mucho mayores para otros [8,9].

Sabiendo que el papel de los servicios de urgencias en la detección de intoxicaciones es relevante [10-12] , se planteó la hipótesis de que de que existe elevado volumen de intoxicaciones inadvertidas por CO en el Área Sanitaria do Salnés, no detectadas en los servicios de urgencias, en consonancia con la literatura científica para otras poblaciones, planteándose como objetivo estimar su volumen a partir de la información obtenida en estudios previos sobre intoxicaciones por CO en el Área, conociéndose el volumen de intoxicaciones advertidas en el Servicio de Urgencias del Hospital do Salnés y su tasa [13].

Material y métodos

Se estableció como población de estudio la constituida por todos los pacientes que acudieron al Servicio de Urgencias del Hospital do Salnés, de cualquier edad y por cualquier motivo, durante el mes de febrero de 2013. Se eligió febrero por ser un mes de máxima prevalencia de intoxicaciones advertidas por CO en el Área [13]

Mediante un sistema de muestreo aleatorio sistemático, se incluyeron de manera secuencial, al menos, a uno de cada dos pacientes consecutivos que acudieron a urgencias, asegurando una amplia muestra aleatoria, en la que se seleccionaron pacientes que consultaron a cualquier hora del día o de la noche.

Se siguió el procedimiento de que a todos los pacientes de la muestra se les realizó una medición no invasiva de COHb mediante pulsicooximetría en la Zona de Triaje del Servicio de Urgencias [14-16], para evitar retrasos en su determinación. Y a todos se les preguntó sobre su hábito tabáquico actual (si eran o no fumadores).

Como material se utilizó el alizador The Masirno Rainbow SET ® Rad 57 Pulse CO-Oximeter (Rad 57) [17], un analizador no invasivo continuo con capacidad para determinar la saturación de carboxihemoglobina (SpCO), entre un mínimo y un máximo del 1% al 100%, teniendo una precisión de ± 3% en el intervalo del 0% al 40% [7,18,19].

Como criterio diagnóstico de intoxicación por CO habitualmente se utilizan cifras de COHb iguales o superiores a 10% en adultos o al 2%

en niños [20-22]. Sin embargo, debido a las limitaciones de la pulsicooximetría consideramos que, para que el diagnóstico fuera de alta probabilidad, las cifras de CO medidas con pulisicooximetro (SpCO) deberían ser superiores al 15%.

El análisis estadístico fue realizado el paquete Statistical Packageforthe Social Sciences versión 20,0 (SPSS Inc., Chicago, IL, Estados Unidos) utilizándose el estadístico T de Student para comparar las medias y el Chi-cuadrado para los porcentajes. Se comprobó que las variables se ajustaban a la normalidad mediante el test de Kolmogorov Smirnov.

Los intervalos de confianza fueron calculados con el aplicativo OpenEpi versión 3.0.1

Resultados

La población de estudio quedó definida por 2694 pacientes que acudieron al Servicio de Urgencias del Hospital do Salnés en febrero de 2013, siendo el tamaño muestral de 1501 pacientes , lo que representa el 55.7% de la población de estudio.

En la Tabla 1 se exponen la distribución de frecuencias de SpCO observadas en la muestra.

Tabla 1. *Frecuencia de las cifras de SpCO observadas en la muestra*

SpCO	Frecuencia obsevada en la muestra	Porcentaje
1	843	56,2
2	262	17,5
3	123	8,2
4	60	4
5	61	4,1
6	53	3,5
7	23	1,5
8	23	1,5
9	12	0,8
10	6	0,4
11	5	0,3
12	8	0,5
13	5	0,3
14	6	0,4
15	1	0,1
16	3	0,2
17	2	0,1
19	1	0,1
29	1	0,1
30	2	0,1
35	1	0,1
Total	1501	100

Intoxicaciones advertidas

Nuestro grupo de trabajo, en estudio previo, determinó que el número total de intoxicaciones detectadas en los meses de febrero, entre los años 2002 y 2011 fue de 13, lo que representaba una media anual de 1.3 casos (DS: 2.8) [13]

Tabaco y SpCO

Las cifras medias de SpCO de los 1501 pacientes fueron de 2.43% (± 2.8), siendo la mínima de 1% y la máxima de 35%. Como era de esperar, los fumadores tuvieron cifras mayores que los no fumadores, tanto en términos generales como en el grupo de pacientes no intoxicados, no apreciándose diferencias estadísticamente significativas entre los intoxicados (Tabla 2).

Discusión

Discusión de los métodos empleados

Con la muestra obtenida de 1501 determinaciones de CO sobre las 2694 posibles de la población de estudio, y asumiendo un nivel de confianza del 95%, el EEp (error estándar de la probabilidad de estar intoxicado) fue de 0.34, con lo que le intervalo de confianza de la muestra fue de ± 0.34.

Tabla 2. *Cifras medias de SpCO*

	Fumadores	No fumadores	p
Todos	3.5 (±2.8)	2 (±2.6)	p= 0.000
No intoxicados (SpCO≤ 15)	3.4 (±2.7)	1.9 (±1.9)	p= 0.000
Intoxicados (SpCO > 15)	16 (±0.0)	23.2 (±7.8)	p= 0.48

Se eligió el mes de febrero de 2013 porque en el análisis retrospectivo de los diez años anteriores nuestro grupo observó que ese era el mes de mayor número de casos, con 13 intoxicaciones en los 10 años, seguido de noviembre y enero con 12 y 11 casos respectivamente [13].

Si bien es cierto que la determinación de los niveles de COHb en sangre arterial es más fiable que la no invasiva utilizada en el estudio, también lo es que la primera, además de dolorosa, no está exenta de riesgos y plateaba serios problemas éticos, de procedimiento y también de recursos (1501 punciones arteriales en el mes de estudio).

Pero además, la no invasiva presenta alguna destacada ventaja, al poder realizarse de forma rápida [23], en área e triaje del Servicio de Urgencias [14], lugar de primer contacto del paciente con el personal sanitario, evitando demoras en la medición de la COHb, como sucedería mediante su determinación en sangre, disminuyendo significativamente la probabilidad de falsos negativos.

El equipo utilizado, The Masirno Rainbow SET ® Rad 57 Pulse CO-Oximeter, fue declarado por la FDA como sólido equivalente a la CO-oximetría no invasiva, mostrando una precisión de ± 3%, en 1 desviación estándar, entre 0-40%, cuando se comparó con la medición invasiva de CO-Oximetría en sangre de voluntarios adultos sanos, en 452 muestras de 160 pacientes de diferente edad, género, peso y color de piel [18].

Otros destacados investigadores analizaron el comportamiento del Rad 57 comparando los resultados obtenidos con los encontrados con los métodos analíticos de referencia.

Barker et al [24], estudiaron a diez voluntarios sanos a los que hicieron respirar una mezcla de 21% de oxígeno, 79% de nitrógeno y 500 ppm de CO, hasta que sus cifras de CO alcanzaron el 15%. Los voluntarios tenían canalizada la arteria radial y varios sensores digitales Rad 57. Mientras respiraban el CO e iban ascendiendo sus cifras de CO, fueron sometidos a extracciones periódicas sangre, cada 10 minutos, desde la cánula radial para ser analizada en diferentes cooxímetros de laboratorio y poder comparar las cifras obtenidas con las del Rad 57.

Encontraron que el error sistemático médio (Bias) fue de -1.22% con una precisión del 2.2% y un coeficiente de correlación medio de los diez pacientes de R= 0.867, siendo esta correlación mayor de 0.9 en siete de los diez pacientes estudiados.

Este tipo de pulsi-cooximetros también fueron estudiados en la medicina práctica, en diferentes contextos clínicos, con la intención de analizar su precisión y exactitud al compararlos con la COHb obtenida por analítica sanguinea. En la Tabla 3 se muestran los hallazgos descritos por los principales investigadores, con resultados variables, algunos de ellos justificables como el de Suner, que reportó un tiempo medio de diferencia entre la medición del SpCO y la extracción de sangre venosa para el análisis de COHb de 67 minutos (IC 95%: 53.1-81.3), que sin lugar influyeron en la precisión obtenida. No obstante, obtuvieron un buen coeficiente de correlación entre SpCO y COHb (r= 0.72).

Roth et al tan solo incluyeron en su estudio a aquellos pacientes en los que las diferencias entre ambas medidas fueran menores de 60 minutos (1578 pacientes), aunque quizá continúe siendo demasiado tiempo para analizar parámetros como la precisión o el error sistemático.

Tabla 3. *Resultados de diferentes estudios comparando cifras de SpCO con COHb*

Autores	Año	Escenario	Número de sujetos	Bias (%)	Precisión (%)
Mottram et al [25]	2005	Servicio de neumología	31	2	1.8
Coulangue et al [26]	2008	Servicio de urgencias	12	-1.5	2.5
Kot et al [27]	2008	Centro de medicina hiperbárica	49	0.5	4.3
Piatkowski et al [28]	2009	Centro de quemados	20	3.2	2.4
Suner et al [7]	2008	Servicio de urgencias	64	-4.2	5.9
Touger et al [29]	2010	Servicio de urgencias	120	1.4	6.5
Roth et al [8]	2011	Servicio de urgencias	1578	2.9	3.2

Por otro lado, Touger tan solo estudió a los pacientes en los que se sospechaba de intoxicación por CO, lo que no representa la población general de pacientes que acuden al servicio de urgencias.

Todas estas dificultades metodológicas hacen que no podamos ser muy concretos al hablar de la precisión del Masirno Rainbow SET ® Rad 57 Pulse CO-Oximeter. Por ello, sabiendo que las características técnicas del Rad 57 especifican que tiene una precisión del ± 3% para el 68% de la población, o una desviación standard, nosotros utilizamos como criterio para el diagnóstico 2 desviaciones standard que incluyeran al 95% de la población, con lo que se pierde en precisión, que ahora sería del 5.9%, pero se gana en seguridad. De este modo, las cifras de SpCO menores o iguales a 15% podrían ser falsos positivos, pero las mayores de 15% serían verdaderos positivos con una $p < 0.05$.

También cabe destacar que se evitó el registro de otras variables para impedir la interferencia del estudio con la actividad clínica en la zona de triaje. Por ello, tampoco se registró la edad de los pacientes, motivo por el cual se consideraron como criterio de intoxicación cifras de COHb iguales o mayores al 10%, también en los niños. Este criterio puede minusvalorar el número real de intoxicados del estudio, al considerarse criterio diagnóstico de intoxicación en niños cifras de COHb mayores de 2.

Discusión de los resultados

La amplia muestra aleatoria de 1501 pacientes, de los 2694 de la población de estudio, representa el 55.7% de esta y permite que los porcentajes obtenidos puedan ser inferidos a ella con una precisión de ± 0.34% y un nivel de confianza del 95%.

El volumen de fumadores de la muestra, del 25%, fue concordante con el descrito en estudios relativos a la prevalencia del tabaquismo en España (30) y en Galicia [31].

Encontramos cifras medias de SpCO de 2,43% (±2,85), algo menores que las de Suner, de 3,60% (±3.3), aunque en su muestra había más fumadores (32%) lo que puede justificar la diferencia. Los valores de SpCO registrados por Suner oscilaron entre un mínimo del 0% y un máximo del 33%, semejante a los encontrados en nuestros pacientes que oscilaron entre el 1% y el 35%.

Suner et al, al igual que nosotros, encontraron diferencias estadísticamente significativas en los valores de SpCO entre fumadores (5.2%) y no fumadores (2.9%) (7). En nuestro estudio fueron de 3.5% (±2.8) versus 2% (±2.6) respectivamente.

Los diez pacientes con cifras de SpCO mayores del 15% detectados en la muestra representan el 0.7% (± 0.34 $p< 0.05$) de las urgencias atendidas, con lo que se puede estimar que en la población de estudio el volumen de pacientes intoxicados se situaría en torno a los 18 casos (Tabla 4), lo que traduce una cifra significativamente superior a las intoxicaciones advertidas detectadas en los 10 años anteriores: 1.3 casos anuales (DS: 2.8) [13].

Tabla 4. *Pacientes intoxicados esperados para la población de estudio*

SpCO	Número de casos de la muestra	Porcentaje de urgencias (%)	Intervalo de confiazna (±0.34 %)	Número de casos esperados para la población de estudio	Número de casos esperados: menor y mayor en población de estudio
> 15	10	0.7	0.3-1.0	18	8.8-27.1

Diferentes investigadores han advertido de la existencia de un elevado volumen de intoxicaciones inadvertidas y las dificultades metodológicas para establecer su incidencia real [20,32,33]. Utilizando la pulsi CO- oximetría como método de screening de intoxicaciones inadvertidas Sunner et al [7] detectaron que de 28 casos diagnosticados de intoxicación por CO, once (39.3%) eran ocultos, entendiendo como tal cifras de SpCO mayores de 8% en no fumadores o de 12% en fumadores.

Cifras mucho mayores fueron detalladas por Roth et al [8], que encontraron que de 1578 pacientes que fueron evaluados en un servicio de urgencias mediante determinación de SpCO y COHb en sangre, con un intervalo de tiempo entre ambas determinaciones menor de una hora, 17 fueron diagnosticados de intoxicación por CO, lo que supuso el 1.1% de las urgencias atendidas.

Otros autores como Nilson et al describieron, en el entorno pre-hospitalario, registros de SpCO mayores del 15% en el 1.1% de sus evaluaciones [9].

Por todo lo comentado, se puede concluir afirmando que el volumen de intoxicaciones inadvertidas en el Área Sanitaria do Salnés es elevado, mucho mayor que el de las realmente detectadas, pudiendo llegar a representar entre ambas el 0.7% (± 0.34% $p< 0.05$) de las urgencias atendidas en los meses fríos, de alta prevalencia de intoxicaciones por CO.

Bibliografía

1. Nogué Xarau S, Dueñas Laita A (2005) Monóxido de carbono: un homicida invisible y silencioso. Med. Clínica. 124 (8): 300–301
2. Gómez J, Valcarce F (2003) Tóxicos detectados en muertes relacionadas con fuegos e intoxicaciones por monóxido de carbono. Rev. Toxicol. 20 (1): 38–42
3. Sección de Toxicología Clínica. Asociación Española de Toxicología. Infomes 2004-2008 del Sistema de Toxicovigilancia. http://wzar.unizar.es/stc/toxicovigilancia/toxicovigilancia.html
4. Oliu G, Nogué S, Miró Ò (2010) Intoxicación por monóxido de carbono: claves fisiopatológicas para un buen tratamiento. Emergencias 22 (6): 451-59
5. Harper A, Croft-Baker J (2004) Carbon monoxide poisoning: undetected by both patients and their doctors. Age Ageing. 33 (2) :105–9
6. Robles MDM, Carreira JMF, Suárez IG, Diéguez OF, Torres GR (2009) Evolución epidemiológica de las intoxicaciones agudas por gases tóxicos atendidas durante el periodo de 2004 a 2007 en urgencias de un hospital comarcal. Emergencias 21 (5): 350–53
7. Suner S, Partridge R, Sucov A, Valente J, Chee K (2008) Non-invasive pulse co-oximetry screening in the emergency department identifies occult carbon monoxide toxicity. J. Emerg. Med. 34 (4) :441–50
8. Roth D, Herkner H, Schreiber W, Hubmann N, Gamper G (2011) Accuracy of noninvasive multiwave pulse oximetry compared with carboxyhemoglobin from blood gas analysis in unselected emergency department patients. Ann. Emerg. Med. 58 (1): 74–79

9. Nilson D, Partridge R, Suner S, Jay G (2010) Non-invasive carboxyhemoglobin monitoring: screening emergency medical services patients for carbon monoxide exposure. Prehosp Disaster Med. 25 (3) :253–56

10. Castañeda M, Escoda R, Nogué S, Alonso JR, Bragulat E, Cardellach F (2008) Síndrome coronario agudo por intoxicación con monóxido de carbono. Rev. Toxicol. 25 (1-3): 69–72

11. Nogué Xarau S (2014) Toxicovigilancia y servicios de urgencias. Emergencias. 25 (6): 421-22

12. Muñoz JLD-M, Borobia A, Quintana M, Martínez-Virto A, Frías J, Carcas AJ (2013) Desarrollo y validación de un programa de toxicovigilancia con detección automatizada de casos en un hopital terciario (sat-hulp). Emergencias. 25 (6): 423–29

13. Manuel J. Vázquez Lima (2013) Intoxicaciones advertidas y ocultas por monóxido de carbono en el Área Sanitaria do Salnés. Santiago de Compostela. 279 pp.

14. Bermejo RS, Fadrique CC, Fraile BR, Centeno EF, Cueva SP, De las Heras Castro E(2013)El triaje en urgencias en los hospitales españoles.Emergencias25(1):66–70

15. Sánchez-Bermejo R (2015) Encuesta a los profesionales de enfermería españoles sobre el triaje en los servicios de urgencias hospitalarios. Emergencias. 27: 98–103

16. González EC, Lima MV, Masid MD, Alvarez CA, Guerra FS (2013) Validez del sistema de triaje manchester en la predicción del volumen de transportes e ingresos en un servicio de urgencias de un hospital comarcal. Emergencias 25 (3): 191–95

17. Rodríguez CÁ, Lima MJV (2015) La pulsicooximetría en el ámbito prehospitalario. Emergencias. 27: 9–10

18. Food and Drug Administration. K042546-Masimo Rainbow SET Rad 57 pulse COoximeter. Summary. http://www.accessdata.fda.gov/cdrh_docs/pdf4/K042536.pdf

19. Ruckman, Jared S (2011) A comparative studyof total hemoglobin measurament technologhy noninvasive pulseco-oximetry and conventional methods. University of Connecticut. 98 pp.

20. Nikkanen H, Skolnik A (2011) Diagnosis and management of carbon monoxide poisoning in the emergency department. Emerg. Med. Pract. 13(2):1

21. Yarar C, Yakut A, Akin A, Yildiz B, Dinleyici EC (2008) Analysis of the features of acute carbon monoxide poisoning and hyperbaric oxygen therapy in children. Turk J Pediatr. 50(3):235–41

22. Zaragozano JF, Estupiñá CF, Espatolero PA, Dufol A F, López JO (2005) Intoxicación por monóxido de carbono. Anales de Pediatría. 62 (6): 587-590

23. Sequera V-G (2015) Experiencia del uso del pulsicooxímetro en la evaluación prehospitalaria de las víctimas expuestas al humo de incendios en ambientes cerrados en cataluña. Emergencias. 27:23–26

24. Barker SJ, Curry J, Redford D, Morgan S (2006) Measurement of carboxyhemoglobin and methemoglobin by pulse oximetry: a human volunteer study. Anesthesiology. 105(5):892–97

25. Mottram C, Hanson L, Scanlon P (2005) Comparison of the masimo rad 57 pulse oximeter with spco technology against a laboratory co-oximeter using arterial blood. Respir Care. 50:1471

26. Coulange M, Barthelemy A, Hug F, Thierry A, De Haro L (2008) Reliability of new pulse co-oximeter in victims of carbon monoxide poisoning.

27. Kot J, Sićko Z, Goralczyk P (2008) Carbon monoxide pulse oximetry vs direct spectrophotometry for early detection of co poisoning]. Anestezjol. Intensywna Ter. 40 (2): 75

28. Piatkowski A, Ulrich D, Grieb G, Pallua N (2009) A new tool for the early diagnosis of carbon monoxide intoxication. Inhal. Toxicol. 21(13): 1144–47

29. Touger M, Birnbaum A, Wang J, Chou K, Pearson D, Bijur P (2010) Performance of the rad-57 pulse co-oximeter compared with standard laboratory carboxyhemoglobin measurement. Ann. Emerg. Med. 56 (4): 382–88

30. De la Iglesia BA, Marrón HO, Cerezuela ES, Pallarés JT (2006) Epidemiología del tabaquismo: efectos sobre la salud, prevalencia de consumo y actitudes. estrategias de prevención y control. Prev Tab. 1: 2–10

31. Pérez-Ríos M, Santiago-Pérez MI, Malvar A, Hervada X (2012) Respuesta a «cambios en la prevalencia del tabaquismo en los adolescentes en españa». Aten. Primaria. 44 (6): 370

32. Guzman JA (2012) Carbon monoxide poisoning. Crit. Care Clin. 28 (4): 537–48

33. Prockop LD, Chichkova RI (2007) Carbon monoxide intoxication: an updated review. J. Neurol. Sci. 262 (1): 122–30