



Intoxicación aguda por monóxido de carbono como consecuencia de un accidente químico

Dr. Jurek Guirola Fuentes¹. <https://orcid.org/0000-0003-2441-4913>.

Lic. Yaisemys Batista Reyes². <https://orcid.org/0000-0002-9640-6341>.

Ing. Maile Salgado Cruz³. <https://orcid.org/0000-0002-0361-3638>.

Lic. Rosa Margarita Suárez Díaz⁴. <https://orcid.org/0000-0002-7768-3319>.

¹Especialista de Primer Grado en Medicina General Integral. Especialista de Primer Grado en Toxicología. Hospital Clínico-Quirúrgico “Dr. Mario Muñoz Monroy” /Orden Carlos J. Finlay, Matanzas, Cuba. Máster en Prevención del uso indebido de las drogas. Profesor e Investigador Auxiliar. Jefe del Servicio Especialidades Clínicas. Email: yurigurolaf82@gmail.com

²Licenciada en Enfermería. Hospital Clínico-Quirúrgico “Dr. Mario Muñoz Monroy” /Orden Carlos J. Finlay, Matanzas, Cuba. Profesora Asistente. Metodóloga Docente Pre-grado. Email: yaisemysb@gmail.com

³Ingeniera Industrial. Universidad de Matanzas, Cuba. Doctora en Ciencias. Profesora Titular. Profesora Universitaria, Dirección de Relaciones Internacionales. Email: salgadocruzmaile@gmail.com

⁴Licenciada en Enfermería. Hospital Clínico-Quirúrgico “Dr. Mario Muñoz Monroy” /Orden Carlos J. Finlay, Matanzas, Cuba Profesora Auxiliar e Investigadora Agregada. Metodóloga de Enfermería. Email: rosymargarita2014@gmail.com

RESUMEN

Introducción: En la actualidad existe un incremento en el mundo de las intoxicaciones agudas por monóxido de carbono recibidas en los Servicios de Urgencia de países como: Estados Unidos, Canadá, Argentina y España. Todo esto aparejado, al desarrollo científico-técnico alcanzado por el hombre, los procesos de industrialización en las ciudades y polos productivos, constituyen factores predisponentes para la ocurrencia de accidentes químicos. El tratamiento con oxigenación hiperbárica es el antídoto de elección de esta intoxicación aguda, una vez realizado el diagnóstico clínico del paciente, y confirmado por el personal del laboratorio de toxicología analítica la determinación de los niveles de carboxihemoglobina. **El objetivo** de esta investigación fue describir

la intoxicación aguda por monóxido de carbono como consecuencia de un accidente químico, tratamiento con oxigenación hiperbárica. **Material y Métodos:** se realizó una revisión bibliográfica sobre intoxicación aguda por monóxido de carbono como consecuencia de un accidente químico, tratamiento con oxigenación hiperbárica. Esta tuvo como punto de partida la atención en el Hospital Clínico-Quirúrgico "Dr. Mario Muñoz Monroy" Matanzas. Cuba, de los pacientes afectados por el accidente químico como consecuencia del incendio en la base de supertanqueros. **Conclusiones:** El incendio de la base de Supertanqueros de Matanzas, generó una situación de emergencia química. Los pacientes intoxicados agudos por monóxido de carbono que se le administró oxigenación hiperbárica tuvieron una evolución favorable.

Palabras clave: accidente químico, intoxicación aguda, monóxido de carbono, oxigenación hiperbárica.

ABSTRACT

Introduction: Currently there is an increase in the world of acute carbon monoxide poisoning received in Emergency Services in countries such as: United States, Canada, Argentina and Spain. All this, coupled with the scientific-technical development achieved by man, the industrialization processes in cities and productive centers, constitute predisposing factors for the occurrence of chemical accidents. Treatment with hyperbaric oxygenation is the antidote of choice for this acute poisoning, once the patient's clinical diagnosis has been made, and the determination of carboxyhemoglobin levels has been confirmed by the analytical toxicology laboratory staff. **The objective** of this investigation was describing the intense intoxication for carbon monoxide as a consequence of a chemical accident, treatment with hyperbaric oxygenation. **Material and Methods:** a bibliographic review was carried out on acute carbon monoxide poisoning as a consequence of a chemical accident, treatment with hyperbaric oxygenation. This had as its starting point care at the Clinical-Surgical Hospital 'Dr. Mario Muñoz Monroy' Matanzas. Cuba, of the patients affected by the chemical accident as a result of the fire at the supertanker base. **Conclusions:** The fire at the Matanzas supertanker base generated a chemical emergency situation. Acute carbon monoxide poisoning patients who were administered hyperbaric oxygenation had a favorable evolution.

Keywords: chemical accident, acute poisoning, carbon monoxide, hyperbaric oxygenation.

I. INTRODUCCIÓN

Las intoxicaciones agudas (IA) son causa importante de morbilidad y mortalidad en la infancia, adolescencia y en los adultos. En los niños, las IA son en su mayoría accidentales, debido a la ingesta de fármacos, productos de limpieza y del hogar. Las intoxicaciones voluntarias por consumo de alcohol, estupefacientes y drogas ilegales y las intoxicaciones no intencionadas por inhalación de gases, principalmente monóxido de carbono (CO), son más frecuentes en jóvenes y adultos. La intoxicación por CO es una emergencia médica, el cuadro clínico depende de la intensidad de la exposición a este gas y varía según el efecto en los diferentes órganos diana: el corazón y el sistema nervioso (daño agudo o crónico).^{1,2,3}

Además, es una intoxicación común y muchas veces causa de muerte intencionada o no, pero su diagnóstico puede ser difícil y puede ocurrir debido a las propiedades de ese gas y la inespecificidad de los síntomas que produce. También se le conoce como: monóxido de carbono, dióxido de carbono y anhídrido carbónico; Puede causar la muerte si se inhala en grandes cantidades. En concentraciones tóxicas penetra en el organismo por vía inhalatoria sin ser detectado por la víctima hasta causar síntomas clínicos. Es decir, estamos ante un tóxico, que deja secuelas y mata, pero que tiene un tratamiento eficaz.⁴

Según datos epidemiológicos, la intoxicación por CO es la primera causa de IA por gases tóxicos y la causa de la mayoría de muertes por esta IA. Además, es posible que las enfermedades atribuidas a este xenobiótico no se notifiquen ni se notifiquen lo suficiente. Los casos ocurren con mayor frecuencia en invierno debido al mayor uso de estufas, hornos, calentadores y chimeneas defectuosos o en habitaciones mal ventiladas. La evolución es favorable en muchos casos, pero provocan más muertes que otras IA. En Estados Unidos se estima que al menos 430 personas mueren por este motivo. Unas 125 personas al año en España.^{5,6,7}

II. MÉTODOS

Se realizó una revisión bibliográfica en las bases de datos Dialnet, Pubmed, Scielo y revistas cubanas y extranjeras de acceso abierto, en el periodo 2022-2023, con predominio del último lustro, relacionada con el tema desde las bases de datos Pubmed/Medline, Scielo y Lilacs y el motor de búsqueda Google académico con los términos clave: intoxicación aguda, monóxido de carbono, oxigenación hiperbárica y accidente químico. En publicaciones en portugués, español e inglés que cumplieron los criterios de inclusión: ser artículos originales, artículos de revisión, tesis, libros o ser documentos oficiales que mostraran el texto completo, que tuvieran referencias precisas, que la revista estuviera indexada y su nivel de indexación. Esta tuvo como punto de partida la atención en el

Hospital Clínico-Quirúrgico “Dr. Mario Muñoz Monroy” /Orden Carlos J. Finlay, Matanzas. Cuba, de los pacientes afectados por el accidente químico como consecuencia del incendio en la base de supertanqueros.

III.RESULTADOS

Propiedades físicas: El CO es un gas inodoro, incoloro, que no irrita las mucosas y es muy tóxico. Las intoxicaciones accidentales se producen porque en el estado puro no tiene olor, aunque en ocasiones se puede encontrar mezclado con otros gases, dándole una cualidad olorosa. Tiene un peso molecular de 28 g/mol, un punto de fusión de -202° , un punto de ebullición de $-1,91^{\circ}\text{C}$ a 37 atm, una presión de vapor en milibares de 58.800 (20°C), es soluble en agua. (0.004 g/100cc) dando soluciones estabilizadas, se dispersa fácilmente porque su densidad es menor que la del aire (1 g/cc), es de 0.967 g/cc.^{1,8}

Los límites de inflamabilidad en el aire son del 12,5 al 74% en volumen, por lo que también se considera gas altamente inflamable. Se produce por la combustión completa de materia orgánica, gasolina, queroseno, carbón, petróleo, tabaco o madera bajo oxígeno. -condiciones insuficientes como el gas. Las estufas, calderas, calderas y aparatos de calefacción como fogones de cocina o calentadores de queroseno también pueden producir este gas cuando no funcionan correctamente o por falta de O_2 .¹

Propiedades químicas: Se descompone en carbono y dióxido de carbono entre 400° y 800°C y estabiliza la reacción, formando dióxido de carbono y liberando calor (llama azul), convirtiéndolo en un combustible industrial. Tiene poder reductor y reacciona con diversos óxidos metálicos (cobre, cobalto, hierro y plomo) para formar dióxido de carbono y el metal correspondiente. Desde un punto de vista fisiopatológico, es necesario saber que el CO se une a la hemoglobina, a partir de este enlace se forma COHb y el porcentaje de oxihemoglobina circulante disminuye. Pero este no es el único factor en la intoxicación por CO, el CO también tiene toxicidad directa para la citocromo oxidasa, las proteínas intracelulares.¹

Intoxicación aguda: ocurre inadvertida, con síntomas leves o inespecíficos: cefalea, vértigo, mareos, náuseas/vómitos, somnolencia, letargia, confusión, alteraciones visuales (visión borrosa), dolor torácico, debilidad muscular, dolor abdominal, midriasis. Síntomas graves: daño neurológico, coma, insuficiencia cardíaca, problemas respiratorios, convulsiones, hidrocefalia, muerte. El miocardio debido a la hipoxia puede sufrir niveles elevados de COHb, como trastornos de la repolarización en

forma de isquemia subendocárdica o subepicárdica. Cambios en el electrocardiograma: depresión del segmento ST, taquicardia, ondas T patológicas, arritmias ventriculares, fibrilación ventricular.^{9,10,11}

Síndrome neurológico tardío (hasta en 40%): debido a una recuperación insuficiente del daño celular, afectación de los núcleos basales o liberación de CO de los citocromos celulares, esto puede ocurrir entre 3 y 240 días después de la recuperación aparente. Se manifiesta como: cefalea, vértigo, depresión, falta de concentración, trastornos de funciones superiores (apraxia, agnosia, afasia, déficit de cálculo, fallos de memoria, desorientación), cambios de personalidad (agresividad, apatía, irritabilidad), mialgias, astenia, déficit visual o parkinsonismo.¹⁰

Diagnóstico de laboratorio: debido a que el diagnóstico clínico puede ser difícil, son necesarias pruebas de laboratorio para hacer un diagnóstico definitivo. Según *Barret y col.* el 30% de las intoxicaciones pueden no diagnosticarse. Es importante tener en cuenta que el primer indicio de la IA por CO, es el alto índice de sospecha.¹

El desarrollo científico-técnico alcanzado por el hombre, los procesos de industrialización en las ciudades y polos productivos, son factores que contribuyen a la ocurrencia de accidentes químicos. Estos se caracterizan por la liberación de una o más sustancias peligrosas para la salud humana o el medio ambiente, a corto, mediano y largo plazo y causan daños a la salud, la economía y al ecosistema. Asimismo, incluye explosiones, incendios, derrames o emisiones de sustancias tóxicas, que muchas veces pueden provocar enfermedades, lesiones, discapacidad o la muerte a muchas personas. Por lo tanto, entre las fuentes de exposición al CO se pueden mencionar el humo de incendios como aconteció en el evento de la Base de Supertanqueros en Matanzas.^{12,13}

Fundamento y beneficios del uso de oxigenación hiperbárica (OHB)

Se requieren altas concentraciones de oxígeno a alta presión ambiental para liberar CO de la hemoglobina, y están unidas por un puente químico de alta resistencia. La oxigenación hiperbárica no sólo aporta el oxígeno necesario, sino que también neutraliza la hipoxia o anoxia que pueda producirse en los tejidos. Además, asegura la oxigenación de los tejidos debido a la alta PO₂ que se logra al disolver el O₂ en el plasma y la rápida reducción del edema cerebral, que se reduce en un 50% a los 2 minutos de respirar O₂ a 3 ATA. El oxígeno hiperbárico promueve la disociación de la COHb, acorta significativamente su vida media y la eliminación de CO del cuerpo, al mismo tiempo

que oxigena los tejidos hipóxicos, libera la citocromo oxidasa a3 y p 450, libera la cadena respiratoria y inhibe la peroxidación lipídica.¹⁵

La vida media de la COHb es la siguiente: Respirando aire: 5. 20 horas. Respirando O₂ a presión atmosférica: 80 minutos. Respirando O₂ hiperbárico a 3 ATA: 23 minutos. La administración temprana de OHB reduce la mortalidad en estos casos y reduce la incidencia de consecuencias neurológicas de la hipoxia. También reduce la oportunidad de establecimiento (SNT). Es importante recordar que los costos del tratamiento son modestos en comparación con las complicaciones que provoca esta patología.¹⁵

Indicaciones de la OHB:^{1,16}

- ✓ COHb mayor de 25%.
- ✓ Estados de coma, convulsiones o Score Glasgow <15.
- ✓ Trastornos neurológicos o psiquiátricos agudos.
- ✓ Niños o mayores de 60 años.
- ✓ Alteraciones ECG, isquemias, arritmias cardíacas o alteraciones hemodinámicas.
- ✓ Cualquier alteración de la conciencia en el transcurso de la intoxicación.
- ✓ Embarazadas con certeza de envenenamiento por CO, por difusión el CO atraviesa la placenta y tiene mayor afinidad por la hemoglobina fetal.

La OHB debe ser considerada el tratamiento de primera línea para la intoxicación por monóxido de carbono, especialmente en presencia de factores que complican la situación, como trastornos mentales y neurológicos, edema pulmonar, enfermedades cardiovasculares y acidosis grave, independientemente de los niveles de carboxihemoglobina. En la actualidad, la indicación del empleo de OHB, debe basarse en criterios clínicos más que en los niveles de COHb, por lo que todos los pacientes IA con alteraciones neurológicas, cardiovasculares e inestabilidad hemodinámica y antecedentes de cardiopatía isquémica son tributarios de este proceder.^{17, 18}

De manera similar, y debido a la mayor sensibilidad de la intoxicación por CO, las mujeres embarazadas deben ser tratadas con OHB, ya que el feto es particularmente sensible a los efectos hipóxicos de la intoxicación por CO, incluso si los niveles de CO en la sangre materna no son tóxicos. En el caso de niños, aunque no presenten los síntomas anteriormente citados, si algún miembro de la familia muestra síntomas de intoxicación severa, con similar exposición al CO y ante

la dificultad de detectar un déficit neurológico subyacente, el médico de asistencia puede decidir su tratamiento con OHB.^{17,18}

Los autores de la investigación consideran que el personal médico y paramédico que presta atención médica en el cuerpo de guardia o emergencia médica de las instituciones de salud de sospechar y diagnosticar esta IA de manera oportuna; teniendo en cuenta que en el país no es frecuente. Además, para una atención precisa, oportuna y de calidad de estos pacientes, se deben contar con los protocolos de diagnóstico médico de esta unidad. Lo que redujo los costos de tratamiento hospitalario, insumos, consumibles y otros costos de recepción de pacientes afectados. Asimismo, durante un accidente químico causado por un incendio, el centro de atención médica debe prepararse para la posibilidad de que los trabajadores involucrados en el accidente queden expuestos al monóxido de carbono y otros gases tóxicos.

IV. CONCLUSIONES

El incendio de la base de Supertanqueros de Matanzas, generó una situación de emergencia química. Los pacientes intoxicados agudos por monóxido de carbono que se le administró oxigenación hiperbárica tuvieron una evolución favorable.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Guirola Fuentes J, Pérez Barly L, García González Y, O'Rellys Noda D, Guedes Díaz R. Intoxicación por monóxido de carbono. *Rev Cub Med Mil* [Internet]. 2019 Jun [acceso:16 Feb 2024]; 48(2): e226. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572019000200012&lng=es. Epub 01-Jun-2019.
2. Albajez-Zaragoza L, Calvo-Luque E, Sánchez-Torres DA, Escalera-Alguacil C, Del Pino Sánchez-Roldán S, Pérez-de la Fuente M. Intoxicación por monóxido de carbono en una embarazada: reporte de caso. *Ginecol Obstet Mex* [Internet]. 2021 [acceso:16 Feb 2024]; 89 (11): 891-897.
3. Chenoweth JA, Albertson TE, Greer MR. Carbon Monoxide Poisoning. *Crit Care Clin*. 2021 Jul;37(3):657-672. doi: 10.1016/j.ccc.2021.03.010.
3. Bolaños Morera P, Chacón Araya C. Intoxicación por monóxido de carbono. *Medicina Legal de Costa Rica* [Internet]. 2017 [acceso:16 Feb 2024];34(1), 137-146. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152017000100137&lng=en&tlng=es.

4. Vallejo Chaves Saúl, Mejia Salazar William, Carvajal Duque Darling, Molano Trujillo Milton. Quemadura por inhalación de humo e intoxicación por monóxido de carbono en paciente pediátrico. *Rev Cubana Pediatr* [Internet]. 2022 Dic [acceso:14 Feb 2024]; 94(4): e2392. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75312022000400014&lng=es. Epub 18-Nov-2022.
5. Nañagas KA, Penfound SJ, Kao LW. Carbon Monoxide Toxicity. *Emerg Med Clin North Am*. 2022 May;40(2):283-312. doi: 10.1016/j.emc.2022.01.005. Epub 2022 Apr 5.
6. Yelmo-Cruz S, Dorta-González JF, Tascón-Cervera JJ. Delayed neuropsychiatric syndrome after carbon monoxide poisoning. *Actas Esp Psiquiatr*. 2022 Jan;50(1):65-67. Epub 2022 Jan 1. PMID: 35103300.
7. Ferrés-Padró V, Solà Muñoz S, Jacob Rodríguez J, Membrado-Ibáñez S, Amigó Tadrín M, Nogué Xarau S. Letter to the Editor: Carbon monoxide (CO) poisoning, a silent epidemic. *Rom J Morphol Embryol*. 2019;60(3):1075-1076. PMID: 31912127.
8. Serna-Trejos JS, Martínez-Parada I, Agudelo-Quintero E, Prado-Molina DG. Abordaje inicial del paciente intoxicado por monóxido de carbono: Una aproximación terapéutica. *Rev. Cuerpo Med. HNAAA* [Internet]. 2021 Dic [acceso: 16 Feb 2024]; 14(4): 619-620. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-47312021000500029&lng=es. Epub 29-Dic-2021. <http://dx.doi.org/10.35434/rcmhnaaa.2021.144.1475>.
9. Kinoshita H, Türkan H, Vucinic S, Naqvi S, Bedair R, Rezaee R, Tsatsakis A. Carbon monoxide poisoning. *Toxicol Rep*. 2020 Jan 20;7:169-173. doi: 10.1016/j.toxrep.2020.01.005.
10. Liu J, Si Z, Liu J, Lin Y, Yuan J, Xu S, He Y, Zhang T, Wang A. Clinical and Imaging Prognosis in Patients with Delayed Encephalopathy after Acute Carbon Monoxide Poisoning. *Behav Neurol*. 2020 Dec 7;2020:1719360. doi: 10.1155/2020/1719360.
11. Tortorella María Noel, Laborde Amalia. Escenarios de exposición a monóxido de carbono que orientan la sospecha clínica de intoxicación aguda. *Rev. Méd. Urug.* [Internet]. 2021 [acceso:18 Feb 2024]; 37(2): e204. Disponible en: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-03902021000201204&lng=es. Epub 01-Jun-2021. <https://doi.org/10.29193/rmu.37.2.4>.
12. Rodríguez Lora Haydeé. Concepción teórica de la recepción masiva de intoxicados en los hospitales durante emergencias químicas. *Rev Cub Med Mil* [Internet]. 2019 Mar [acceso:16 Feb 2024]; 48(1): e203. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572019000100008&lng=es. Epub 01-Mar-2019.
13. Garcia Acosta A. Base de Supertanqueros de Matanzas: A cada minuto allí nació un héroe. *Escambray* [Internet] 2023 [acceso:12 Feb 2024]. Disponible en: <https://www.escambray.cu/2023/base-de-supertanqueros-de-matanzas-a-cada-minuto-alli-nacio-un-heroe/>
14. Jüttner B, Busch HJ, Callies A, Dormann H, Janisch T, Kaiser G et al. S2k guideline diagnosis and treatment of carbon monoxide poisoning. *Ger Med Sci*. 2021 Nov 4;19: Doc13. doi: 10.3205/000300. PMID: 34867135; PMCID: PMC8607608.

15. De Wolde SD, Hulskes RH, Weenink RP, Hollmann MW, Van Hulst RA. The Effects of Hyperbaric Oxygenation on Oxidative Stress, Inflammation and Angiogenesis. *Biomolecules*. 2021 Aug 14;11(8):1210. doi: 10.3390/biom11081210. PMID: 34439876; PMCID: PMC8394403.
16. Galán Gil A, Romero Cereño M, Cordero Torres JA. Intoxicación por monóxido de carbono. *FMC* [Internet]. 2023 [acceso:13 Feb 2024]; 30(8): 412-417. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1134207223001469>
17. Megas IF, Beier JP, Grieb G. The History of Carbon Monoxide Intoxication. *Medicina (Kaunas)*. 2021 Apr 21;57(5):400. doi: 10.3390/medicina57050400. PMID: 33919037; PMCID: PMC8143000.
18. Chu LM, Shaefi S, Byrne JD, Alves de Souza RW, Otterbein LE. Carbon monoxide and a change of heart. *Redox Biol*. 2021 Dec; 48:102183. doi: 10.1016/j.redox.2021.102183. Epub 2021 Nov 8. PMID: 34764047; PMCID: PMC8710986.