

# Carboxihemoglobinemia como hallazgo de laboratorio en un paciente ambulatorio

► Nerina García Rosolen<sup>1a\*</sup>, Carolina Zuanich<sup>2a</sup>, Mario Aranda<sup>3a</sup>, Daiana Giardina<sup>4b</sup>, Ayelén Urruty<sup>4c</sup>, Martín Fernández<sup>5d</sup>

<sup>1</sup> Bioquímica, Especialista en Bioquímica Clínica, área Hematología.

<sup>2</sup> Bioquímica, Especialista en Bioquímica Clínica, área Microbiología.

<sup>3</sup> Bioquímico, Especialista en Bioquímica Clínica, área Química Clínica.

<sup>4</sup> Bioquímica.

<sup>5</sup> Médico, Especialista en Neumonología.

<sup>a</sup> Unidad Laboratorio Clínico, Departamento de Diagnóstico y Tratamiento, Hospital de Rehabilitación Respiratoria María Ferrer. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

<sup>b</sup> Residencia de Bioquímica, Servicio de Bioquímica. Hospital Nacional Profesor Alejandro Posadas. El Palomar, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

<sup>c</sup> División Laboratorio Central. Departamento de diagnóstico y tratamiento, Hospital General de Niños Pedro de Elizalde. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

<sup>d</sup> Unidad Clínica Médica, Departamento Clínico. Hospital de Rehabilitación Respiratoria María Ferrer. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

\* Autora para correspondencia.

Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana

Incorporada al Chemical Abstract Service.

Código bibliográfico: ABCLDL.

ISSN 0325-2957 (impresa)

ISSN 1851-6114 (en línea)

ISSN 1852-396X (CD-ROM)

## Resumen

El monóxido de carbono (CO) es un gas producido principalmente por combustión incompleta de hidrocarburos. La intoxicación por exposición ambiental puede presentarse con síntomas inespecíficos y constituye la causa más importante de aumento de carboxihemoglobina (COHb). Su nivel en sangre depende de la duración de la exposición, la ventilación minuto y las concentraciones de CO y oxígeno en el ambiente. La elevada toxicidad radica en la hipoxia tisular que se genera. Se presenta el caso de un paciente masculino, 73 años, en seguimiento en el hospital por neumonía intersticial no específica como patología de base. En un control de laboratorio se encontró 11,9% de COHb, sin exposición a tabaco. No utilizaba calefacción a gas sino un panel cerámico eléctrico, recientemente pintado con esmalte sintético. La suspensión del uso del panel normalizó la COHb. El CO, producto de descomposición térmica del esmalte sintético, explica la causa de la intoxicación.

**Palabras clave:** Monóxido de carbono; Carboxihemoglobina; Intoxicación; Exposición accidental; Esmalte sintético

## *Carboxyhemoglobinemia as a laboratory finding in an outpatient*

## Abstract

*Carbon monoxide (CO) is a gas produced mainly by incomplete combustion of hydrocarbons. Poisoning from environmental exposure can present with nonspecific symptoms and is the most important cause of increased carboxyhemoglobin (COHb). Its blood level depends on the duration of exposure, minute ventilation, and the concentrations of CO and oxygen in the environment. The high toxicity lies in the tissue hypoxia that is generated. The case of a male patient, 73 years old, under follow-up in the hospital for non-specific interstitial pneumonia as the underlying pathology was presented. In a laboratory control, COHb 11,9% was found. There was no exposure to tobacco and there was no use of gas heating but of an electric ceramic panel, recently painted with synthetic enamel type paint. The suspension of the use of the panel normalised the COHb. The CO product of thermal decomposition of synthetic enamel explains the cause of poisoning.*

**Keywords:** Carbon monoxide; Carboxyhemoglobin; Accidental exposure; Intoxication; Synthetic enamel

## Carboxihemoglobinemia como achado laboratorial em um paciente ambulatorial

### Resumo

O monóxido de carbono (CO) é um gás produzido principalmente pela combustão incompleta de hidrocarbonetos. A intoxicação por exposição ambiental pode se apresentar com sintomas inespecíficos e é a causa mais importante de aumento da carboxihemoglobina (COHb). Seu nível em sangue depende do tempo de exposição, da ventilação minuto e das concentrações de CO e oxigênio no ambiente. A alta toxicidade está na hipóxia tecidual gerada. Apresentamos o caso de um paciente do sexo masculino, 73 anos, em acompanhamento hospitalar por pneumonia intersticial inespecífica como patologia de bas. Em um controle laboratorial, achou-se 11,9% de COHb, sem exposição ao tabaco. Não utilizava aquecimento a gás e sim um painel elétrico cerâmico, recentemente pintado com esmalte sintético. A suspensão do uso do painel normalizou o COHb. O CO produto da decomposição térmica do esmalte sintético explica a causa da intoxicação.

**Palavras-chave:** Monóxido de carbono; Carboxihemoglobina; Intoxicação; Exposição acidental; Esmalte sintético

### Introducción

La función celular normal de los organismos superiores depende fundamentalmente de un suministro continuo de oxígeno, que se obtiene por la respiración externa, y se transporta desde los pulmones hacia los tejidos por la sangre (1). El O<sub>2</sub> tiene baja solubilidad, por lo que se transporta en un 98% unido a la proteína transportadora hemoglobina (Hb) y sólo el 2% se encuentra disuelto en plasma. A nivel pulmonar, la Hb une fácilmente el O<sub>2</sub> formando oxihemoglobina (OxiHb) para luego cederlo a nivel de los tejidos, según la ecuación  $O_2 + HHb \rightleftharpoons OxiHb + H^+$  (HHb: hemoglobina reducida; H<sup>+</sup>: hidrogeniones). La OxiHb y la HHb son las dos especies de Hb capaces de transportar O<sub>2</sub> con las que se calcula la saturación de O<sub>2</sub>% (SO<sub>2</sub>%), correspondiente al porcentaje de sitios de unión disponibles en la molécula de Hb que el O<sub>2</sub> ha ocupado (2) (3) (4).

El monóxido de carbono (CO) ingresa al organismo por medio de la respiración externa, difunde rápidamente a través de la barrera hematogaseosa y se une a la Hb contenida en los glóbulos rojos formando carboxihemoglobina (COHb) (2) (5) (6). El CO tiene una afinidad por la Hb unas 240 veces mayor que el O<sub>2</sub>, lo que lo convierte en un potente inhibidor competitivo. Pequeñas cantidades de CO pueden fijar una gran proporción de Hb de la sangre, de modo que ésta deja de estar disponible para el transporte de O<sub>2</sub>. A su vez, la presencia de COHb aumenta la afinidad de la Hb por el O<sub>2</sub> desplazando la curva de disociación del O<sub>2</sub> a la izquierda y limitando su entrega en los tejidos (Fig. 1) (7). Los órganos que tienen una alta demanda de oxígeno son los más afectados. La elevada toxicidad de la exposición al CO radica en la hipoxia tisular que genera (1) (2) (8).

La exposición ambiental a CO constituye la causa clínicamente más importante de aumento de COHb.

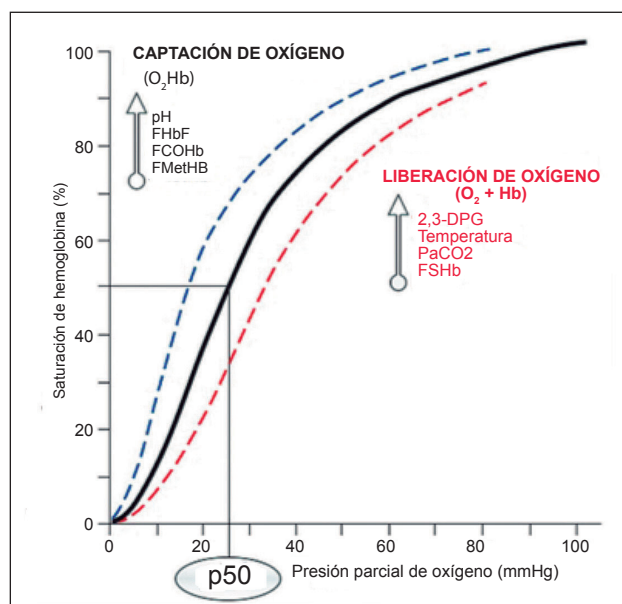


Figura 1. Curva de disociación de la hemoglobina

El CO proviene de la combustión incompleta de hidrocarburos, y las fuentes más comunes incluyen incendios, uso de motores de combustión en interiores, sistemas de calefacción domésticos a gas defectuosos (hornos o calefactores), calentadores de kerosene y uso de carbón vegetal. El ambiente cerrado o mal ventilado es un factor contribuyente importante en la mayoría de los casos, por lo que las intoxicaciones con CO son más frecuentes en épocas frías (9).

El nivel de COHb en sangre depende de la duración de la exposición, la ventilación minuto y las concentraciones de CO y O<sub>2</sub> en el ambiente (9). Luego de la exposición, la COHb aumenta rápidamente y comienza a

estabilizarse aproximadamente a las 3 horas alcanzando una meseta después de 6 a 8 horas (5).

En las intoxicaciones agudas puede haber cefalea, dificultad para respirar, especialmente en el esfuerzo, taquicardia, taquipnea, náuseas y vómitos. La fatiga comienza a manifestarse con niveles de COHb de alrededor del 30%, y llega posteriormente a la inconsciencia, producto de la anoxia relativa a nivel cerebral. Niveles fatales están descriptos a partir del 80% de COHb.

El tratamiento consiste en retirar al paciente de la fuente de exposición y administrarle de forma inmediata O<sub>2</sub> suplementario al 100% según su cuadro clínico. El O<sub>2</sub> acorta la vida media de la COHb al competir en el sitio de unión. El uso de O<sub>2</sub> hiperbárico es controvertido (5).

### Presentación del caso

Paciente de sexo masculino, de 73 años de edad, ex tabaquista, con antecedentes de neumonía intersticial no específica secundaria a esclerosis sistémica, atendido en el consultorio multidisciplinario especializado en enfermedades pulmonares intersticiales del Hospital de Rehabilitación Respiratoria María Ferrer desde hace 2 años. Había sido tratado desde 2019 con micofenolato mofetil en dosis de 2 g por día y 10 mg de meprednisona en días alternos. El 16 de septiembre de 2021 asistió a un control en el marco del cual se le solicitó el estudio del estado ácido base arterial, con el cual se obtuvieron los resultados de la Tabla I.

Frente al hallazgo de una COHb elevada (11,9%), el paciente fue interrogado respecto al hábito tabáquico, que refirió haber abandonado hacía varios años. Esto motivó a confirmar el resultado mediante una segunda extracción (10,8% en muestra venosa). Al sospecharse

entonces una potencial exposición ambiental a CO se lo indagó acerca del uso de calefactores a gas en su hogar o utilización de hornallas para calefaccionar, con respuesta negativa en todos los casos. Manifestó calefaccionar el ambiente con un panel cerámico eléctrico. Debido a su condición médica y a estar en época invernal, refirió permanecer en la habitación a puertas cerradas la mayor parte del día, con una ventilación escasa de dicho ambiente.

Se comunicó inmediatamente el valor al médico tratante que solicitó la atención del paciente por guardia para su revisión médica e interrogatorio. Luego de la evaluación, al no presentar parámetros de severidad, se le otorgó el egreso hospitalario con pautas de alarma y controles ambulatorios, manteniendo comunicación telefónica en caso de urgencia.

En la búsqueda de algún factor ambiental de exposición al CO, se citó al paciente junto con sus convivientes para una nueva medición de COHb. En esta segunda visita (22 de septiembre), el paciente refirió que ante la sospecha de alguna pérdida de gas, realizó una consulta a un gasista matriculado, quien no constató ninguna. Por prudencia, tomó la decisión de dejar de utilizar el panel calefactor a partir del día del hallazgo. La esposa comentó haber percibido un olor extraño en la habitación donde se calefaccionaba con dicho artefacto. Asimismo, mencionaron que tiempo atrás habían pintado el panel calefactor con un sobrante de pintura que tenían en la casa. La pintura utilizada era esmalte sintético brillante 3 en 1 Vitrolux Magic® de Colorín.

En esta cita se reiteró la extracción de sangre. La COHb del paciente, al igual que la de su esposa, se encontraba dentro de los valores de referencia (1,1% y 1,0% respectivamente).

Tabla I. Resultados de estado ácido base y gases en sangre arterial del paciente

Parámetro	Unidades	Resultado	Rango de referencia
pH	---	7,362	7,350-7,450
pCO <sub>2</sub>	mmHg	50,8	35,0-45,0
pO <sub>2</sub>	mmHg	70,4	85,0-105,0
Bicarbonato	mEq/L	28,8	22,0-26,0
Hb total	g/dL	12,9	12,5-16,5
OxiHb	%	84,1	94,0-98,0
SO <sub>2</sub>	%	96	95,0-99,0
COHb	%	11,9	0,0-2,5
MetHb	%	0,5	0,0-1,5
HHb	%	3,5	0,0-2,0
p50	mmHg	20,86	25,00-29,00
ctO <sub>2</sub>	V%	15,3	16,0-20,2

pCO<sub>2</sub>: presión parcial de dióxido de carbono; pO<sub>2</sub>: presión parcial de oxígeno; Hb: hemoglobina; OxiHb: oxihemoglobina; SO<sub>2</sub>: saturación de oxígeno; MetHb: metahemoglobina; HHb: hemoglobina reducida; CtO<sub>2</sub>: contenido total de oxígeno.

## Materiales y Métodos

La extracción de las muestras, tanto arterial como venosa, se realizó en el laboratorio clínico del hospital, con jeringas de heparina de litio liofilizadas taponadas con calcio; se procesaron en un autoanalizador multiparamétrico Radiometer ABL90 *flex* (Copenhague, Dinamarca). El equipo cuenta con los controles de calidad y mantenimientos sugeridos por el fabricante y está sujeto a un programa de control externo de la calidad de acuerdo a las buenas prácticas de laboratorio.

El estudio fue realizado en concordancia con las normativas éticas de la declaración de Helsinki de 1975. El consentimiento informado fue escrito y firmado por el paciente.

## Discusión y Conclusiones

El CO es uno de los llamados contaminantes atmosféricos clásicos; es un gas incoloro no irritante, inodoro e insípido producido principalmente como resultado de la combustión incompleta de hidrocarburos. Se considera que podría ser responsable de más de la mitad de todas las intoxicaciones fatales en todo el mundo (9). Los síntomas de intoxicación son inespecíficos y su exposición suele ser inadvertida, sumado a que la metodología analítica necesaria para su diagnóstico confirmatorio no se encuentra disponible en todos los centros asistenciales, por lo que es difícil su confirmación. Los errores en su diagnóstico son frecuentes (5).

Los hidrocarburos están ampliamente distribuidos en la naturaleza, son fuente de energía y un recurso para la fabricación de múltiples materiales en el mundo moderno. Son los constituyentes fundamentales de los combustibles (gas natural, naftas) y pertenecen a una familia de compuestos orgánicos que reaccionan en presencia de oxígeno para liberar energía útil: calor (la mayor parte) y energía luminosa. El aire ambiental contiene un 20,9% de O<sub>2</sub> y cuando un combustible se quema en una gran cantidad de aire, recibe suficiente O<sub>2</sub> para una combustión completa. Cuando el suministro de aire u O<sub>2</sub> es escaso ocurre una combustión incompleta, se llega a un estado de oxidación intermedio, y se genera CO en lugar de CO<sub>2</sub> (Fig. 2) (10).

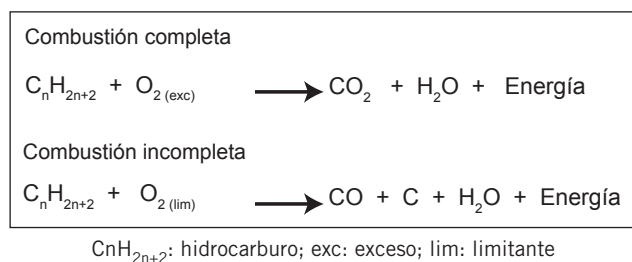


Figura 2. Combustión de los hidrocarburos

Los esmaltes sintéticos y los barnices tienen en su composición una mezcla de distintos hidrocarburos y solventes orgánicos. En el análisis de la ficha técnica de la pintura utilizada para pintar el panel calefactor, se encontró la advertencia de ser utilizada solamente en zonas libres de puntos de ignición y alejada de fuentes de calor o eléctricas. Además, se informaba la producción potencial de CO por descomposición térmica de la pintura (11).

El diagnóstico de la intoxicación por CO se realiza midiendo los niveles de COHb mediante un analizador de gases en sangre con cooxímetro, que mide las diferentes fracciones de la Hb por espectrofotometría e informa, además de la OxiHb y HHb, las especies que no participan en el transporte de O<sub>2</sub> como son la COHb y la metahemoglobina (MetHb) (2) (5).

La determinación de gases en sangre arterial no es una práctica de rutina en el paciente ambulatorio, pero sí en aquellos con patología respiratoria. Este paciente tenía como enfermedad de base una neumonía intersticial que requería el control periódico del estado ácido base arterial, lo que permitió el hallazgo de la COHb elevada.

Fue de suma importancia la utilización de un analizador con cooxímetro, ya que de haberse utilizado un oxímetro de pulso (instrumento de uso corriente en la evaluación inicial de la oxigenación del paciente) o un analizador de gases en sangre sin cooxímetro, no se hubiera llegado correctamente al diagnóstico. Los pulsioxímetros trabajan mayoritariamente a dos longitudes de onda, por lo que no pueden diferenciar la COHb de la OxiHb. Los analizadores de gases en sangre sin cooxímetro calculan la SO<sub>2</sub>%, no miden la OxiHb ni reconocen la contribución de las Hb no funcionales (12).

La muestra para la determinación de COHb puede ser tanto venosa como arterial, ya que hay un alto grado de correlación entre ambas (9). Aunque la pO<sub>2</sub> no se ve afectada ante el aumento de COHb, este paciente presentaba hipoxemia (pO<sub>2</sub> <85 mmHg) debido al compromiso pulmonar de su patología de base.

Según el NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health*) la exposición a concentraciones de CO tan bajas como 50 p.p.m., pueden resultar en COHb de 10% en una jornada de 8 horas de exposición (13). En general, en estas intoxicaciones leves con concentraciones bajas como la hallada en este paciente, los síntomas son leves e inespecíficos, generalmente dolor de cabeza o náuseas, por lo que pueden no detectarse. En este caso, podrían haber quedado solapados por la patología de base.

Sokal *et al.* plantearon que, más allá del nivel de COHb alcanzado, la gravedad de la intoxicación depende más de la duración de la exposición y explicaron que las exposiciones prolongadas podían ser causa de una hipoxia tisular a nivel más profundo (14).



Es importante indagar acerca del hábito tabáquico, ya que el humo del cigarrillo constituye una fuente de exposición *per se*, por lo que los fumadores tienen niveles basales de COHb más altos que los no fumadores, dependiendo del tiempo transcurrido desde el último cigarrillo consumido. Un nivel de COHb superior al 3% en los no fumadores o superior al 10% en los fumadores confirma la exposición al CO (9).

La suspensión de uso del panel calefactor, cuya pintura resultó ser la fuente de producción de CO, restableció la COHb del paciente a sus valores previos (COHb: 1,2%) a la semana del hallazgo inicial.

Es responsabilidad del profesional bioquímico la puesta en valor de un resultado según el contexto clínico, así como también el oportuno interrogatorio al paciente, la comunicación adecuada de resultados inesperados y la sugerencia de una confirmación mediante una nueva muestra. Finalmente, este hallazgo de laboratorio y su resolución ponen en relieve la importancia del trabajo interdisciplinario del equipo de salud en la atención de los pacientes.

#### Fuentes de financiación

El presente trabajo fue realizado sin haberse recibido una financiación específica.

#### Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses respecto del presente trabajo.

#### Correspondencia

Bioq. NERINA GARCÍA ROSOLEN  
Hospital de Rehabilitación Respiratoria María Ferrer.  
Dr. Enrique Finochietto 849, 1° Piso, 1270, Buenos Aires, Argentina.  
Correo electrónico: mariaferrer\_gases@buenosaires.gob.ar

#### Referencias bibliográficas

- Vera Franco L. La hemoglobina: una molécula prodigiosa. *Rev R Acad Cienc Exact Fis Nat Esp* 2010 Jan; 104 (1): 213-32.
- West J. Fisiología respiratoria. 7a. ed. San Diego (CA): Editorial Panamericana; 2005.
- Peñuela O. Hemoglobina: una molécula modelo para el investigador. *Colombia Médica (internet)* 2005 Jun; 36 (3): 215-25. Disponible en URL: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28336313>. (Fecha de acceso: 2 de noviembre de 2021).
- Severinghaus JW, Astrup PB. History of blood gas analysis I. The development of electrochemistry. *J Clin Monit* 1985 Jul; 25 (4): 1-224.
- Palmeri R, Gupta V. Carboxyhemoglobin toxicity. [Updated 2021 Apr 22]. StatPearls (Internet). Treasure Island (FL): StatPearls Publishing 2021 Jan. Disponible en URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557888/> (Fecha de acceso: 10 de noviembre de 2021).
- Rose JJ, Wang L, Xu Q, McTiernan CF, Shiva S, Tejero J, et al. Carbon monoxide poisoning: pathogenesis, management, and future directions of therapy [fe de erratas publicada en *Am J Resp Crit Care Med* 2017 Aug; 196 (3): 398-9]] *Am J Respir Crit Care Med* 2017 Mar; 195 (5): 59-606.
- Oliver P, Rodriguez J, Marín L, Muñoz M, Guillén G, Valcarcel A, et al. Estudio de la oxigenación e interpretación de la gasometría arterial. Revisión (2014). Sociedad Española de Bioquímica Clínica y Patología Molecular. Comité Científico. Comisión de Magnitudes biológicas relacionadas con la urgencia médica. Documentos de la SEQC 2015 Apr; 31-47.
- Megas IF, Beier JP, Grieb G. The history of carbon monoxide intoxication. *Medicina (Kaunas)* 2021 Apr; 57(5): 400.
- Kao LW, Nañagas KA. Carbon monoxide poisoning. *Emerg Med Clin North Am* 2004 Nov; 22 (4): 985-1018.
- Products and effects of combustion. Bitesize (Internet) BBC Disponible en URL: <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zx6sdm> (Fecha de acceso: 20 de noviembre de 2021).
- Grupo Disal. Ficha de datos de seguridad REACH. Versión 1 04/02/2019 Disponible en URL: <https://www.colorin.com/wp-content/uploads/2021/09/msds-300323-vitrolux-magic-esm.-ferromicaceo-2-en-1-gris-plata-spx1.pdf> (Fecha de acceso: 29 de octubre de 2021).
- Jacobs E. Evolution of blood gas testing Session 2: Focusing on the source of impaired O<sub>2</sub> supply to the tissue. Radiometer [webinar]. 2013 Nov. Disponible en URL: <https://www.radiometer.co.uk/en-gb/webinars/evolution-of-blood-gas-testing-session-2> (Fecha de acceso: 2 de noviembre de 2021).
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Occupational exposure to carbon monoxide. DHHS (NIOSH) 1972 Publication No. 73-11000.
- Sokal JA, Krakowska E. The relationship between exposure duration, carboxyhemoglobin, blood glucose, pyruvate and lactate and the severity of intoxication in 39 cases of acute carbon monoxide poisoning in man. *Arch Toxicol* 1985 Aug; 57 (3): 196-9.

**Recibido: 27 de diciembre de 2021**

**Aceptado: 12 de marzo de 2022**