



**TRABAJO INTEGRADOR FINAL**

**PREVALENCIA DE TOXICIDAD MIOCÁRDICA Y CEREBRAL AGUDA EN PACIENTES  
EXPUESTOS A MONÓXIDO DE CARBONO EN EL SERVICIO DE EMERGENCIAS**

**LUISA FABIOLA PÉREZ MORENO**

**ESPECIALIDAD EN EMERGENTOLOGÍA**

**DICIEMBRE 2023**

# Prevalence of Acute Myocardial and Brain Toxicity in Emergency Department Patients Exposed to Carbon Monoxide

**Authors :** Carolina Zúñiga, Luisa Fabiola Pérez Moreno, Shirley Lisperguer, Verónica Torres Cerino

## Abstract

**Introduction:** Due to its severe toxicity, carbon monoxide poisoning is an emergency that leads to cardiac and brain involvement, and emergency physicians should aim to master this diagnosis. This study is intended to describe the expected prevalence of these severe toxicities in the emergency department.

**Materials and Methods:** A retrospective cohort of consecutive patients over 16 years of age presenting with carbon monoxide poisoning to the emergency department of the Hospital Universitario Austral, Argentina, during the period from January 2018 to June 2022. The prevalence of myocardial and brain toxicity was assessed regarding percentage, continuous variables with mean and standard deviation, categorical variables with percentage and absolute frequency. Positive findings of acute neurological toxicity included seizures, syncope and coma, while cardiovascular toxicity encompassed acute myocardial infarction (MI) diagnosed by electrocardiogram or elevated troponin levels, arrhythmias, and the development of pulmonary edema/ congestive heart failure (CHF) confirmed by chest X-ray with suggestive signs or clinically compatible symptoms. Patients were followed-up for 90 days to estimate hospitalization and mortality.

**Results:** A total of 67 patients were evaluated; 44.77% of them were males with a mean age of  $38.5 \pm 14.97$  years. The prevalence of acute myocardial toxicity was 7.46% (n: 5). Among these patients, 3 had overweight as a risk factor, and 3 showed ECG abnormalities with negative T-waves. The prevalence of acute brain toxicity was 8.9% (n: 6). In total, 37% (n: 25) of patients met the criteria for hyperbaric oxygen therapy, of which 32% (n: 8) underwent more than one session. A total of 7.46% of patients (n: 5) required hospitalization. Mortality at 90 days was 0%.

**Conclusion:** Among the patients who presented to the emergency department, the prevalence of acute myocardial toxicity was 7.46% (n: 5), which is lower than the prevalence reported in other studies to date. The prevalence of acute brain toxicity was 8.9% (n: 6), and there are no studies describing the prevalence of acute brain toxicity in the emergency department to date. There were no fatalities in our series.

## Keywords

Carbon Monoxide Poisoning, Myocardial Toxicity, Brain Toxicity, Hospital Universitario Austral

## Introducción

La intoxicación por monóxido de carbono es una patología que causa muerte para cientos de personas por año, en general como resultado de exposiciones accidentales intradomiciliarias por diversas fuentes de combustión incompleta del carbono en materiales pasibles a ser quemados (leña, gas, kerosene, alcohol, gas oil, nafta), lo cual puede ser mortal en un ambiente mal ventilado. Inodoro, incoloro, no produce irritación de vías respiratorias, su acción suele ser insidiosa.<sup>1,2</sup> Como toxicidad grave el monóxido genera compromiso cardíaco y cerebral que son las que el médico especialista en emergencias buscará estar más avezado en diagnosticar. Este trabajo busca describir la prevalencia esperable de éstas en un servicio de emergencias.

Está descrito 50.000 consultas anuales al servicio de emergencias de EEUU por intoxicación por monóxido de carbono<sup>3</sup> (mientras que por dolor abdominal son 12,2 millones anuales y por dolor de pecho 6,5 millones anuales<sup>4</sup>).

El Hospital Universitario Austral ubicado en Pilar, Buenos Aires, Argentina recibe 20.000 consultas al servicio de emergencias por mes de las cuales 68% son para el servicio de adultos. Se internan en promedio 10 pacientes por día. En el período 2018-2022 recibió 67 consultas por intoxicación por monóxido de carbono.

## Materiales y métodos

Durante el período enero 2018- junio 2022 se incluyeron n: 278 pacientes que consultaron al servicio de toxicología para seguimiento ambulatorio por intoxicación por monóxido de carbono. Se revisaron 278 historias clínicas electrónicas. Se incluyeron para análisis aquellos que consultaron previamente al servicio de emergencias del Hospital Universitario Austral. Se excluyeron menores de 16 años, pacientes que consultaron a un servicio de emergencias distinto de nuestro Hospital y pacientes que reconsultaban por seguimiento. En total se incluyeron 67 pacientes para análisis. El 44,77% fueron de sexo masculino con una media de edad de 38,5 años con una desviación estándar de 14,97.

Se analizó si presentaban o no clínica (cefalea, mareos, debilidad, náuseas, hipoprosexia y confusión, disnea y alteraciones visuales).

Se evaluó si se había realizado o no medición de monóxido de carbono, considerándose positivo un valor mayor al 3% en no tabaquistas y mayor al 10% en tabaquistas.

Como posibles fuentes de monóxido se consideraron: calefón de gas, termotanque a gas, salamandra, estufa a gas, hogar a leña, caldera, brasero, horno de gas de cocina, motores de combustión interna de automóviles y moto, incendio.

---

<sup>1</sup> Ryczel, M. et al. Toxicología, manual teórico-práctico. Ediciones ISALUD. 2da edición. Ciudad Autónoma de Buenos Aires 2017

<sup>2</sup> Manaker, S et al. Carbon monoxide poisoning. UptoDate. Last updated: Aug 12, 2022 (consultado 8/9/22).

<sup>3</sup> Hampson NB, Weaver LK. Carbon monoxide poisoning: a new incidence of an old disease. Undersea Hyperb Med 2007;34:269-276.

<sup>4</sup> National Hospital Ambulatory Medical Care Survey. Emergency Department Fact Sheet. CDC 2020. Disponible en: <https://www.cdc.gov/nchs/data/nhamcs/factsheets/2017-NHAMCS-ED-Fact-Sheet-508.pdf>

Dentro de la población se analizaron la prevalencia de toxicidad severa neurológica y miocárdica. Como toxicidad severa neurológica se interpretó: convulsiones, síncope, coma. Como toxicidad severa cardiovascular se consideró: IAM (infarto agudo de miocardio) (por electrocardiograma o por aumento de troponinas), arritmias, y desarrollo de edema pulmonar/ICC (insuficiencia cardíaca congestiva).

El 100% de los pacientes contaban con ECG y valor de troponina.

Los criterios de cámara hiperbárica utilizados según protocolo institucional fueron:

1. Trastornos neurológicos: pérdida transitoria o prolongada de la conciencia. Convulsiones. Signos focales.
2. Trastornos cardiovascular: precordialgia, movilización de enzimas cardíacas, alteraciones del ECG. Tener en cuenta pacientes con antecedentes de cardiopatía aguda o reagudizada por la intoxicación.
3. Acidosis grave.
4. Paciente asintomático con COHb > 20%.
5. Embarazadas, sin importar el valor de COHb.<sup>5</sup>

Se calculó prevalencia de cámara hiperbárica, requerimiento de más de 1 sesión, internación y mortalidad a los 90 días.

Se calculó la prevalencia. Se utilizó el sistema de Epidat para análisis de datos con test estadístico de Fisher.

## Resultados

Durante el período enero 2018- junio 2022 se incluyeron entonces 67 pacientes para análisis. El 44,77% fueron de sexo masculino con una media de edad de 38,5 años con una desviación estándar de 14,97.

El 83% de los pacientes (n: 56) presentaba algún tipo de clínica (cefalea, mareos, debilidad, náuseas, hipoprosexia y confusión, disnea y alteraciones visuales). El 98% (n:66) presentaba valores de monóxido positivos en sangre.

El tipo de exposición fue en orden descendiente: 21,2% a caldera, 13,6% a calefón, 10,6% a incendio, 10,6% a estufa a gas, 10,6% a brasero, 7,6% a estufa sin especificar, 4,5% a horno, 1,5% hornalla y el 19,8% restante a otros (ver Figura 1).

La prevalencia de toxicidad miocárdica grave (definida como IAM (infarto agudo de miocardio) (por electrocardiograma o por aumento de troponinas), arritmias, y desarrollo de edema pulmonar/ICC (insuficiencia cardíaca congestiva) ) fue del 7,46% (n: 5) . De estos 3 tenían factores de riesgo cardiovascular (en los 3 casos sobrepeso). Esto da una razón de prevalencia de 32 (IC95%: 8 a 125) con una p: 0,0002. Es decir que el sobrepeso no resultó factor de riesgo para aumentar el riesgo de toxicidad por monóxido de carbono. La prevalencia de cambios isquémicos en el ECG fue 4,47% (n: 3), en los 3 casos el hallazgo fue de ondas T negativas que correspondían a una área cardíaca (lateral en un caso e inferior en los otros 2). La prevalencia de toxicidad cerebral grave (convulsiones, síncope, coma) fue del 8,9%

---

<sup>5</sup>Torres Cerino, Verónica, et al. Consenso Universitario de Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de las Intoxicaciones por Monóxido de Carbono. Iniciativa de los Profesores Titulares de la Primera Cátedra de Toxicología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires, Edición 2019. Disponible en: [https://www.fmed.uba.ar/sites/default/files/2019-08/C%C3%A1mara%20hiperb%C3%A1rica%202019\\_actualizacion%20agosto%202019.pdf](https://www.fmed.uba.ar/sites/default/files/2019-08/C%C3%A1mara%20hiperb%C3%A1rica%202019_actualizacion%20agosto%202019.pdf) (citado 13/10/22)

(n: 6). Un solo paciente presentó ambas toxicidades. El 37% (n:25) accedió a cámara hiperbárica, dentro de los cuales 32% (n:8) realizó más de una sesión (ver Figura 2) .

Dentro de los pacientes con toxicidad cardíaca (n:5) el 80% (n:4) aumentó biomarcadores cardíacos (Troponina T ultrasensible) considerándose positivo un valor superior a 14 pg/ml, encontrándose el único paciente que no elevó enzimas cardíacas en el límite superior de la normalidad (13 pg/ml) (ver Figura 4).

Ninguno de los pacientes con injuria cerebral presentaba factores de riesgo. Dentro de los paciente con toxicidad cerebral el 16.7% presentó convulsión (n: 1) y el 83.3% síncope (n: 5) (ver Figura 4).

Un 7,46% (n:5) de los pacientes requirió internación. La mortalidad a los 90 días fue del 0%.

## Discusión

Es conocida la toxicidad cardiovascular del monóxido. En 2005 Satran, D et al. encontraron TnT I y CPK elevadas en un 37% de los pacientes (n: 230). Se estudió una población predominantemente masculina (72%) de 47,2 años (19 a 91 años) con mayor porcentaje de factores de riesgo cardiovascular (17% con diabetes, 23% hipertensión arterial, 56% tabaquista, 7% con historia de infarto agudo de miocardio previo, 3% con cirugía de bypass. Un 30% presentaba cambios en ECG y un 16% no. Establecieron así el requerimiento de ECG de base y troponinas seriadas en los pacientes con intoxicación por monóxido.<sup>6</sup>

Como cambios de ECG 41% presentó taquicardia sinusal, 16% normal. Del 30% con cambios isquémicos: 26% alteración de la onda T o infra ST y 4% supra ST.

De los 183 pacientes con medición de biomarcadores el 44% (n: 81) presentaba alteración definida como CK-MB  $\geq$ 5 ng/ml o troponina I  $\geq$ 0,7 ng/ml.

Nuestro estudio de prevalencia encontró una incidencia muy inferior de toxicidad cardiovascular (7,46% en lugar de 44%), con la diferencia importante con respecto a la obtención de base de datos de pacientes: la nuestra parte de la base de datos de seguimiento ambulatorio de toxicología mientras que este estudio de los pacientes que requirieron cámara hiperbárica en Hennepin County Medical Center. Las indicaciones para cámara hiperbárica incluían la toxicidad grave.

Este mismo estudio describe un dato que nos interesa en agudo con respecto a la prevalencia de toxicidad cerebral: 81% de los pacientes (n: 187) presentó coma con 50% de requerimiento de intubación (n: 116), dato también superior a nuestro hallazgo de 8,9% de prevalencia.

---

<sup>6</sup> Satran D, Henry CR, Adkinson C, Nicholson CI, Bracha Y, Henry TD. Cardiovascular manifestations of moderate to severe carbon monoxide poisoning. J Am Coll Cardiol. 2005 May 3;45(9):1513-6. (consultado 8/9/22). doi: 10.1016/j.jacc.2005.01.044. PMID: 15862427

Está también bien documentada la toxicidad a largo plazo por monóxido de carbono (crónica), a nuestro conocimiento no es así para la toxicidad en agudo.

Una cohorte retrospectiva publicada en junio de 2021 realizada en Corea del Sur analizó la base de datos HIRA (National Health Insurance system) que consultaron al sistema nacional de salud de 2012 a 2018 alcanzando un n muy superior de n: 26,778 con edad promedio 44,36 ( $\pm 17,32$ ) años con 39,61% de mujeres: (n: 7.415) evaluó la toxicidad central a largo plazo encontrando una prevalencia de 86,2% (n: 18.720), también superior a la nuestra de 8,9%. De los cuales requirieron unidad de cuidados intensivos 1.391 pacientes (7,43%). Como diferencia relevante con nuestro análisis en este estudio se excluyeron enfermedades previas de sistema nervioso central. Dentro de la toxicidad neurológica hallaron como significativo: insomnio de conciliación y de mantenimiento (n: 701; 3,74%), cefalea tensional (n: 477; 2,55%), injuria por anoxia cerebral (n: 406; 2,17%). Evaluaron la razón de tasa de incidencia (SIR) con respecto a los pacientes que requirieron UTI de desarrollar toxicidad central siendo la incidencia significativamente superior en este subgrupo: 2,25 (IC 95% 2.07–2.44).  $P < 0.05$ . Puntualmente las manifestaciones significativas fueron: insomnio de conciliación y mantenimiento (SIR 1,61; IC95%: 1,52–1,71), cefalea tensional (SIR 2,41; IC 95%: 2,23–2,61), injuria anóxica (SIR 58.76; IC 95%: 53,95–63,88) y neuralgia post-herpética (SIR 1,94; IC95%: 1,70–2,20). Desarrollando la patología antes también de manera significativa (diagnóstico 68 días más temprano en pacientes con terapia en comparación con 234 días que no requirieron terapia intensiva, en neuralgia post zoster 350 comparado con 560 días y en alteración del sueño 260 en vez de 469 días).<sup>7</sup>

## Fortalezas

Acceso al 100% de las consultas del Hospital Universitario Austral.

Criterios actualizados y uniformes de cámara hiperbárica.

Relevancia e impacto en emergencias.

Acceso a seguimiento de los pacientes.

Sin publicaciones a nuestro conocimiento de prevalencia de toxicidad en agudo a nivel neurológico y escasa a nivel cardiológico.

Datos epidemiológicos de población local, sin publicación de datos en población Argentina a nuestro conocimiento sobre prevalencia de toxicidad por monóxido de carbono.

## Limitaciones

Desconocer el tiempo de exposición al monóxido por la naturaleza de presentación de la patología (en síncope no es cuantificable) y por no constar en las historias clínicas.

Se cuentan con los datos de pacientes con consulta por guardia del Hospital Universitario Austral, la estadística no incluye otros hospitales.

Tamaño muestral pequeño, en plan de ampliar la base de datos con los años.

---

<sup>7</sup> Bangshill Rhee, Hyuk-Hoon Kim, Sangchun Choi, Young Gi Min. Incidence patterns of nervous system diseases after carbon monoxide poisoning: a retrospective longitudinal study in South Korea from 2012 to 2018. Clin Exp Emerg Med 2021; 8(2): 111-119. Published online: June 30, 2021. DOI: <https://doi.org/10.15441/ceem.20.099>

## **Conclusión**

En la población obtenida de manera ambulatoria para seguimiento por toxicidad por monóxido de carbono la prevalencia de toxicidad severa en la presentación por guardia fue muy inferior a la documentada por la bibliografía publicada a la fecha.

## **Conflictos de interés**

No se declaran conflictos de interés.

## ANEXOS

Figura 1: Tipo de exposición en pacientes con intoxicación por monóxido de carbono que se presentaron al servicio de emergencias del Hospital Austral en el período 2018-2022

### Tipo de exposición

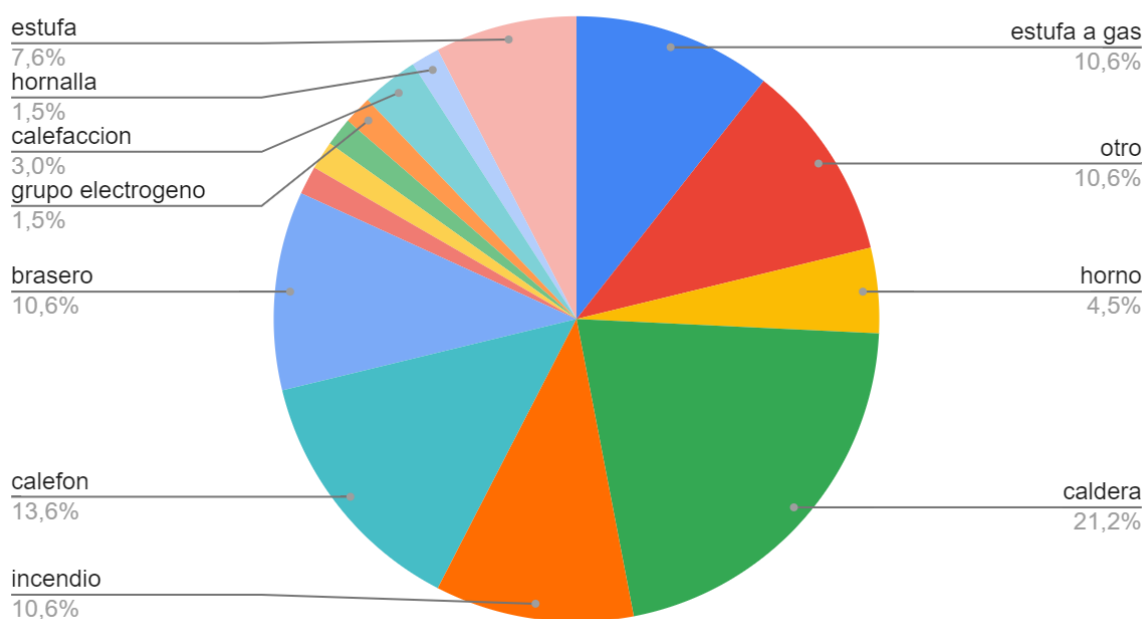




Figura 2: Porcentaje de prevalencia de toxicidad grave miocárdica y cerebral en pacientes con intoxicación por monóxido de carbono que se presentaron al servicio de emergencias del Hospital Austral en el período 2018-2022

Distribución de toxicidad total

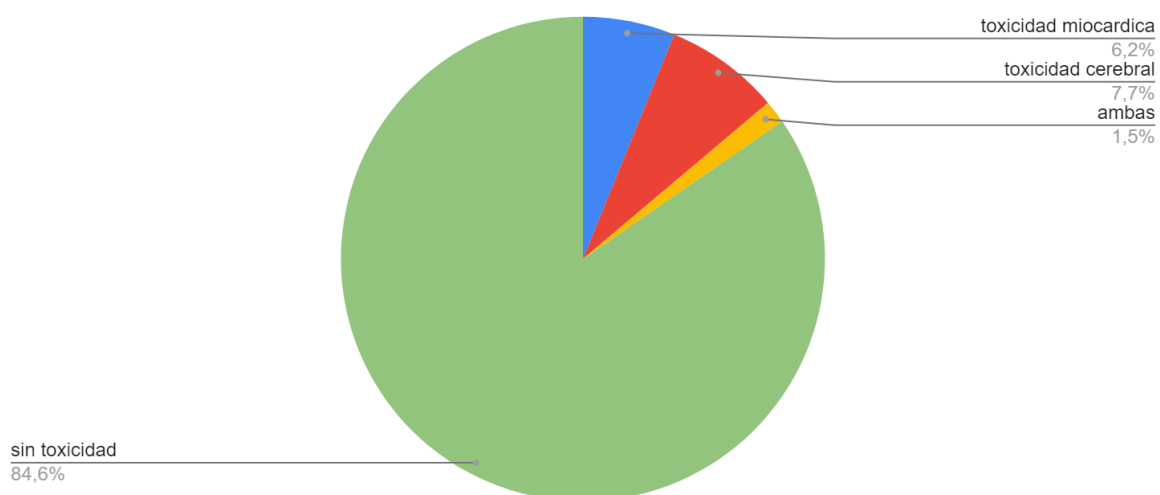


Figura 3: Valores de troponina en pg/ml en pacientes con toxicidad cardíaca por monóxido de carbono que se presentaron al servicio de emergencias del Hospital Austral en el período 2018-2022

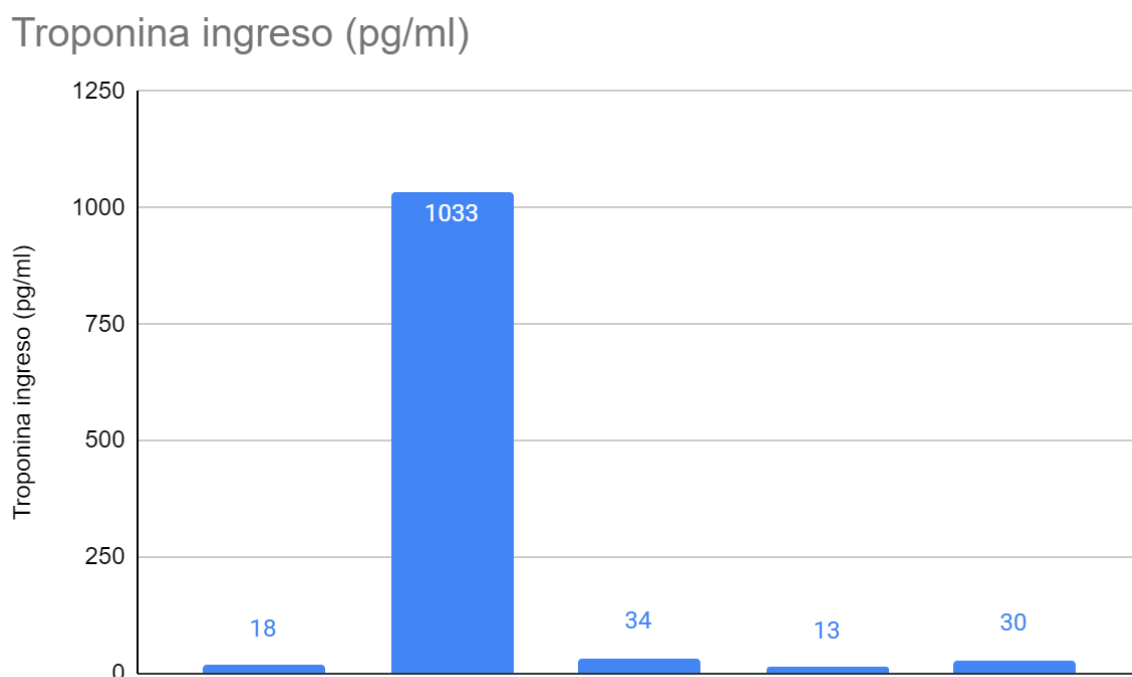
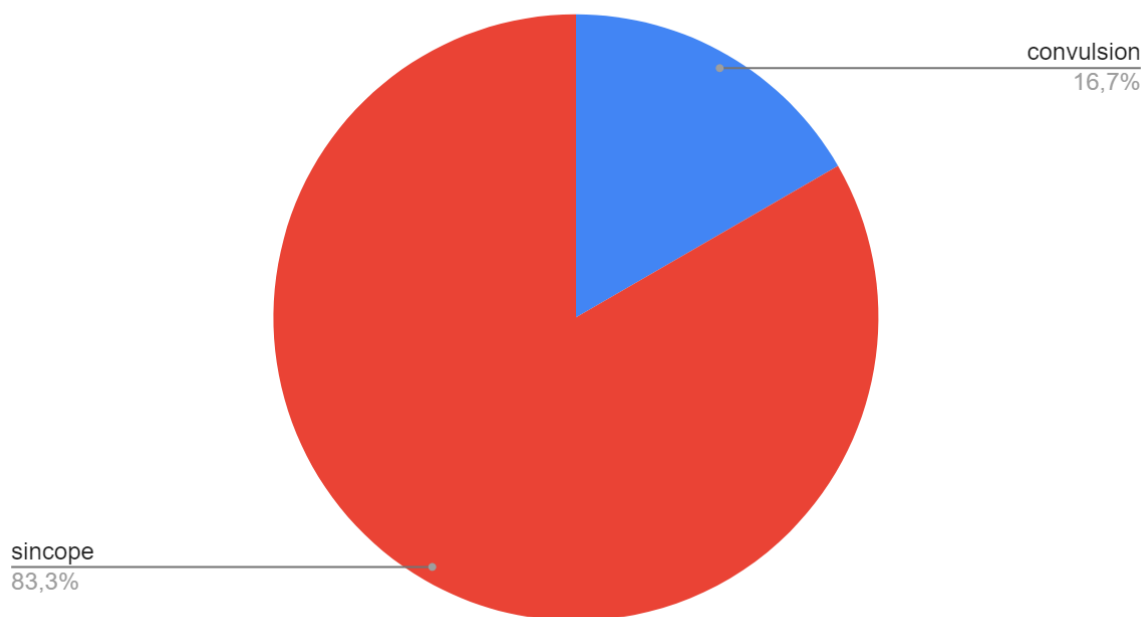


Figura 4: Distribución síntomas de toxicidad neurológica grave en pacientes con intoxicación por monóxido de carbono que se presentaron al servicio de emergencias del Hospital Austral en el período 2018-2022

Toxicidad neurológica (n: 6)



## Referencias

- [1] Ryczel, M. et al. Toxicología, manual teórico-práctico. Ediciones ISALUD. 2da edición. Ciudad Autónoma de Buenos Aires 2017
- [2] Manaker, S et al. Carbon monoxide poisoning. UptoDate. Last updated: Aug 12, 2022 (accessed 8/9/22).
- [3] Hampson NB, Weaver LK. Carbon monoxide poisoning: a new incidence of an old disease. Undersea Hyperb Med 2007;34:269-276.
- [4] National Hospital Ambulatory Medical Care Survey. Emergency Department Fact Sheet. CDC 2020. Available at: <https://www.cdc.gov/nchs/data/nhamcs/factsheets/2017-NHAMCS-ED-Fact-Sheet-508.pdf>
- [5] Torres Cerino, Verónica, et al. Consenso Universitario de Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de las Intoxicaciones por Monóxido de Carbono. Iniciativa de los Profesores Titulares de la Primera Cátedra de Toxicología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires, Edición 2019. Available at: [https://www.fmed.uba.ar/sites/default/files/2019-08/C%C3%A1mara%20hiperb%C3%A1rica%202019\\_actualizacion%20agosto%202019.pdf](https://www.fmed.uba.ar/sites/default/files/2019-08/C%C3%A1mara%20hiperb%C3%A1rica%202019_actualizacion%20agosto%202019.pdf) (cited on 13/10/22)
- [6] Satran D, Henry CR, Adkinson C, Nicholson CI, Bracha Y, Henry TD. Cardiovascular manifestations of moderate to severe carbon monoxide poisoning. J Am Coll Cardiol. 2005 May 3;45(9):1513-6. (accessed 8/9/22). doi: 10.1016/j.jacc.2005.01.044. PMID: 15862427
- [7] Bangshill Rhee, Hyuk-Hoon Kim, Sangchun Choi, Young Gi Min. Incidence patterns of nervous system diseases after carbon monoxide poisoning: a retrospective longitudinal study in South Korea from 2012 to 2018. Clin Exp Emerg Med 2021; 8(2): 111-119. Published online: June 30, 2021. DOI: <https://doi.org/10.15441/ceem.20.099>