

DOI: 10.26820/recimundo/7.(2).jun.2023.228-237

URL: <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/2044>

EDITORIAL: Saberes del Conocimiento

REVISTA: RECIMUNDO

ISSN: 2588-073X

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Artículo de Investigación

CÓDIGO UNESCO: 32 Ciencias Médicas

PAGINAS: 228-237



Intoxicación ocupacional por cloruro de aluminio

Occupational poisoning by aluminum chloride

Intoxicação profissional por cloreto de alumínio

Ana Ivonne Alarcón Mite¹; Daniel Joel Petroche Torres²; Viviana Alexandra Holguín Bermello³

RECIBIDO: 29/04/2023 **ACEPTADO:** 22/05/2023 **PUBLICADO:** 15/06/2023

1. Magíster en Farmacia Clínica y Hospitalaria; Química y Farmacéutica; Universidad de Guayaquil; Guayaquil, Ecuador; ana.alarconm@ug.edu.ec;  <https://orcid.org/0000-0002-1326-8407>
2. Magíster en Gerencia Hospitalaria; Químico y Farmacéutico; Universidad de Guayaquil; Guayaquil, Ecuador; danielpetro-chet@ug.edu.ec;  <https://orcid.org/0000-0001-6315-1920>
3. Magíster en Gerencia Hospitalaria; Químico y Farmacéutico; Universidad de Guayaquil; Guayaquil, Ecuador; viviana.holguinbe@ug.edu.ec;  <https://orcid.org/0009-0001-6110-4853>

CORRESPONDENCIA

Ana Ivonne Alarcón Mite
ana.alarconm@ug.edu.ec

Guayaquil, Ecuador

RESUMEN

El aluminio es uno de los metales más utilizados a nivel doméstico y comercial, debido a esto se ha observado un incremento notorio en personas con intoxicación por aluminio representando un problema de salud mundial que afecta a muchos órganos. El cloruro de aluminio es un compuesto de aluminio y cloro utilizado como catalizador en la industria petrolera además de sus usos en la industria farmacéutica, química, cosmética, textil, entre otros. Es una sustancia corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio, por lo que se considera una sustancia nociva cuando se dispersa en el aire alcanzando concentraciones que afectan la salud humana. Los residuos de compuestos de aluminio se pueden encontrar en el agua potable, los alimentos, el aire, los medicamentos, los desodorantes, los cosméticos, los envases, muchos electrodomésticos y equipos, los edificios, las industrias del transporte, entre otros. La intoxicación por cloruro de aluminio puede afectar el contenido de la sangre, el sistema musculoesquelético, los riñones, el hígado, el sistema respiratorio y el sistema nervioso, El alcance de la intoxicación se puede diagnosticar analizando los compuestos de aluminio en la sangre, la orina, el cabello, las uñas y el sudor. Tomando en consideración los efectos complejos y multidimensionales que la intoxicación por aluminio produce debido a la exposición de altos niveles de compuestos de aluminio, se presenta una revisión de bibliografía donde se exponen los efectos que produce en personas del ámbito ocupacional.

Palabras clave: Aluminio, Intoxicación por Aluminio, Intoxicación Ocupacional, Envenenamiento por Aluminio.

ABSTRACT

Aluminum is one of the most used metals at the domestic and commercial level, due to this, a notable increase in people with aluminum poisoning has been observed, representing a global health problem that affects many organs. Aluminum chloride is a compound of aluminum and chlorine used as a catalyst in the oil industry in addition to its uses in the pharmaceutical, chemical, cosmetic, and textile industries, among others. It is a corrosive substance for the eyes, the skin and the respiratory tract, for which reason it is considered a harmful substance when it is dispersed in the air, reaching concentrations that affect human health. Aluminum compound residues can be found in drinking water, food, air, medicines, deodorants, cosmetics, packaging, many appliances and equipment, buildings, transportation industries, among others. Aluminum chloride poisoning can affect the blood content, musculoskeletal system, kidneys, liver, respiratory system, and nervous system. The extent of poisoning can be diagnosed by testing blood, urine, hair, nails, and sweat for aluminum compounds. Taking into consideration the complex and multidimensional effects that aluminum poisoning produces due to exposure to high levels of aluminum compounds, a review of the literature is presented, where the effects it produces in people in the occupational field are exposed.

Keywords: Aluminum, Aluminum Poisoning, Occupational Poisoning, Aluminum Poisoning.

RESUMO

O alumínio é um dos metais mais utilizados a nível doméstico e comercial, pelo que se tem observado um aumento notável de pessoas com intoxicação por alumínio, representando um problema de saúde global que afecta vários órgãos. O cloreto de alumínio é um composto de alumínio e cloro utilizado como catalisador na indústria petrolífera, para além de ser utilizado nas indústrias farmacêutica, química, cosmética e têxtil, entre outras. É uma substância corrosiva para os olhos, pele e vias respiratórias, por isso é considerada uma substância nociva quando se dispersa no ar, atingindo concentrações que afetam a saúde humana. Os resíduos de compostos de alumínio podem ser encontrados na água potável, alimentos, ar, medicamentos, desodorizantes, cosméticos, embalagens, muitos aparelhos e equipamentos, edifícios, indústrias de transporte, entre outros. O envenenamento por cloreto de alumínio pode afetar o conteúdo sanguíneo, o sistema músculo-esquelético, os rins, o fígado, o sistema respiratório e o sistema nervoso. A extensão do envenenamento pode ser diagnosticada através de análises ao sangue, urina, cabelo, unhas e suor para deteção de compostos de alumínio. Tendo em consideração os efeitos complexos e multidimensionais que a intoxicação por alumínio produz devido à exposição a níveis elevados de compostos de alumínio, é apresentada uma revisão da literatura, onde são expostos os efeitos que produz em pessoas no domínio ocupacional.

Palavras-chave: Alumínio, Intoxicação por Alumínio, Intoxicação Ocupacional, Intoxicação por Alumínio.

Introducción

El aluminio (Al) es el metal más ampliamente distribuido en el medio ambiente que “se presentan naturalmente en estado trivalente (Al⁺³) como silicatos, óxidos e hidróxidos, pero pueden combinarse con otros elementos como cloro, azufre, flúor, así como formar complejos con la materia orgánica” (Abedini, Fatehi, & Tabrizi, 2014). El acceso a diversos productos químicos ha causado muchos casos de intoxicación en las últimas décadas.

Las personas se envenenan de forma deliberada o accidental por el mal uso con productos químicos. Los metales son ejemplos importantes entre estos agentes. Estos materiales se liberan de fuentes naturales o desechos industriales y pueden amenazar la salud humana.

Las exposiciones de Al ocurren en ocupaciones asociadas con la extracción y el procesamiento de minerales, el reciclaje de chatarra, la implementación y el uso de compuestos y productos que contienen Al, y durante la participación en el corte, aserrado, limado y soldadura de metales de Al. Los humanos que viven en ambientes contaminados por desechos industriales también pueden estar expuestos a altos niveles de Al.

El aluminio forma alrededor del 8% de la corteza terrestre y es el tercer elemento más abundante después del oxígeno y el silicio, se combina con más de 270 minerales diferentes entre ellos con oxígeno, cloro, flúor, silicio, azufre y otras formas (Reyes, Vergara, Torres, Díaz, & González, 2016).

Es un metal resistente a la corrosión, tiene poco peso y densidad, alta conductividad eléctrica y térmica, alta ductilidad y es fácilmente deformable. Por esta razón, se utiliza en industrias aeroespaciales, industrias de transporte, industrias de embalaje, alimentos, construcción, industrias eléctricas, en la fabricación de una amplia gama de electrodomésticos, maquinaria y equipo además de la fabricación de monedas de aluminio.

Varios compuestos químicos con Al están en extenso uso en muchos productos y procesos asociados con las actividades humanas. “Estos compuestos son cloruro de aluminio, hidróxido de aluminio (trihidrato de alúmina), nitrato de aluminio, fosfato de aluminio, sulfato de aluminio (alumbre), potasio de aluminio (alumbre de potasio), sulfato de amonio de aluminio (alumbre de amonio) y silicato de aluminio” (Becaria, Campbell, & Bondy, 2002).

Los autores Sumathi & Shobana, (2013) exponen que “el Al se consideró inseguro para los humanos después del descubrimiento de niveles elevados de Al en los tejidos cerebrales de pacientes con encefalopatía, luego de haber estado expuestos a la acumulación de Al a través de la diálisis”. Adicionalmente, revisiones recientes sobre los efectos tóxicos del Al descubrieron “toxicidad reproductiva, lesiones pulmonares, impacto en la mama, anomalías óseas, inmunotoxicidad y trastornos neurológicos” (Morris & Puri, 2017).

Esta revisión es una descripción general resumida y global de los efectos del Al y sus compuestos, haciendo énfasis en el compuesto por cloruro de aluminio, cubriendo algunos aspectos relevantes de la exposición y toxicosis sistémica actualizada en humanos, relevante como antecedente para estudios toxicopatológicos prospectivos.

Metodología

Esta investigación está enfocada en el estudio de la Intoxicación ocupacional por cloruro de aluminio con la finalidad de brindar información a lectores, especialista y estudiantes, sobre los efectos en la salud humana para personas que se encuentran expuestas a este compuesto químico.

La revisión se ha centrado en textos, documentos y artículos científicos publicados disponibles en la web, considerando que aquella herencia de la globalización permite acceder a mayor y mejor información a través de las herramientas tecnológicas.

El motor de búsqueda ha sido herramientas académicas de la web que direccionan específicamente a archivos con validez y reconocimiento científico, descartando toda información no confirmada o sin las respectivas referencias bibliográficas.

Resultados

Formas de exposición al aluminio

La mayoría de las personas ignoran la exposición al aluminio en sus actividades diarias. Desde la comprensión a la exposición relacionada con fuentes de alimentos, siendo la principal fuente de ingesta oral de dicho metal, que representan aproximadamente “el 95 % de la ingesta diaria de alimentos, y el agua potable constituye el 1-2 %”. Por lo general, proporcionan una ingesta de 4000 a 9000 microgramos por día” (Yokel, Hicks, & Florence, 2008). Además, el uso de antiácidos puede aumentar la ingesta oral hasta 5.000.000 microgramos.

La entrada diaria de aluminio en el cuerpo a través de la respiración puede ser de 4 a 20 microgramos. Este número aumenta hasta 25.000 microgramos por inhalación en lugares industriales y, finalmente, la exposición a desodorantes que contienen compuestos de aluminio puede aumentar la entrada de este metal en el cuerpo hasta 50.000-75.000 microgramos por día (Yokel & McNamara, 2001).

Básicamente las formas de la exposición por aluminio pueden ocurrir a través del aire, el agua potable, las comidas, por medio de productos farmacéuticos, productos agroquímicos, entre otros.

Absorción, distribución y eliminación del aluminio

La cadena dinámica de ingesta, absorción y eliminación de Al determina el nivel de acumulación tisular y el desarrollo de toxicosis (Figura 1). “La inhalación y la ingestión (a través de los alimentos y el agua) son las dos rutas principales por medio de las cua-

les el Al ingresa al cuerpo” (Darbre, 2016). Después de la inhalación, los compuestos de Al se depositan en los pulmones donde reciben continuamente Al principalmente en forma de partículas de silicatos de Al y otros compuestos poco solubles.

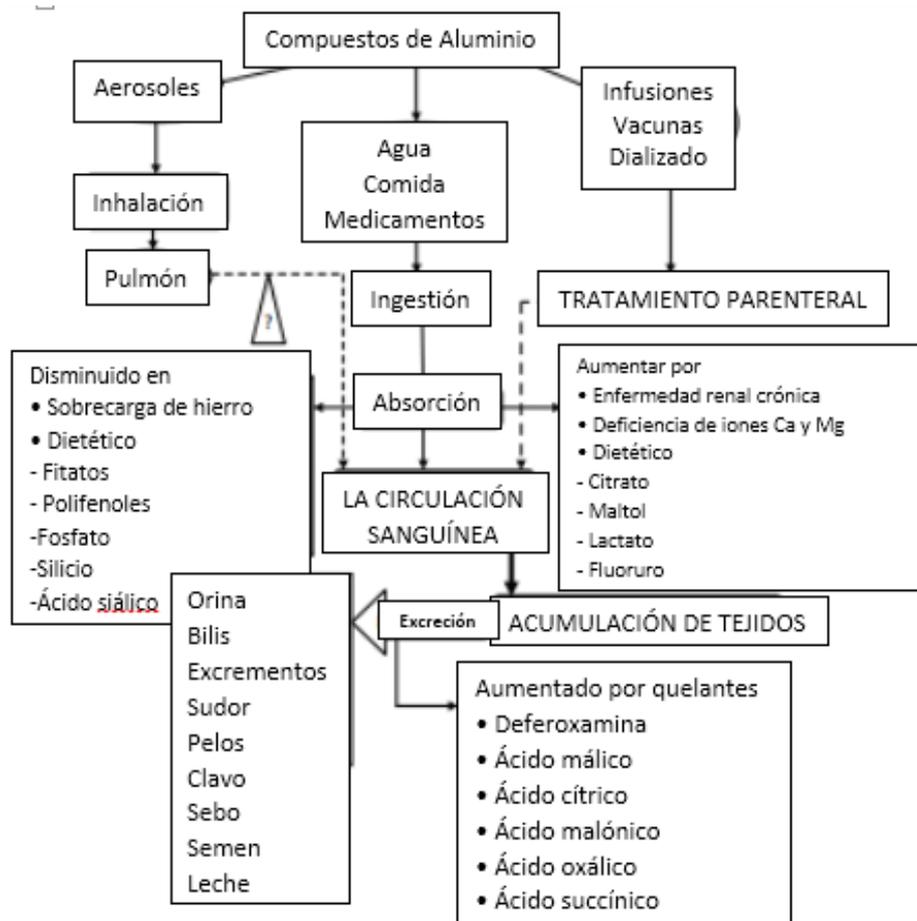


Figura 1. Factores que afectan la acumulación tisular de aluminio y el desarrollo de toxicosis

Fuente: (Issa & Salim, 2014).

La concentración de Al en los pulmones tiende a aumentar con la edad y puede resultar en anomalías respiratorias donde se localiza el Al. Sin embargo, no hay evidencia disponible en la literatura de que las partículas o el Al soluble ingresen a la circulación sanguínea desde los pulmones para luego distribuirse a otros órganos del cuerpo.

La absorción gastrointestinal, después de la ingestión, es la ruta principal a través de la cual el Al se acumula sistémicamente en los humanos, y la absorción ocurre principalmente en el duodeno, sin embargo, la absorción de Al suele ser baja y variada en comparación con la cantidad ingerida (Darbre, 2016).

La captación de Al a través de la vía gastrointestinal es complejo y está influenciado por varios factores, incluidas las diferencias

individuales, la edad, el pH, el contenido del estómago y el tipo de compuesto de Al. La absorción de aluminio de la ingesta de agua (alrededor del 0,3 %) es mayor que la de los alimentos (alrededor del 0,1 %).

La absorción de Al a través del tracto gastrointestinal puede aumentar en presencia de citrato, maltol, lactato y fluoruro en agua o alimentos, y durante enfermedades renales crónicas, mientras que la absorción se reduce en individuos con sobrecarga de hierro o cuando se ingiere con fosfato, silicio, polifenoles y ácido siálico. Sin embargo, existe una captación completa de aluminio de los fluidos parenterales y las vacunas con distribución posterior a varias partes del cuerpo (Chappard & Bizot, 2016).

Acciones tóxicas del aluminio

Las acciones tóxicas del Al son diversas y capaces de causar una toxicosis sistémica multifacética. Estas acciones tóxicas se resumen en la (Tabla 1). Los objetivos moleculares de acción “generan resultados en la célula y alteran la homeostasis celular con consecuencias que conducen a lesiones en la célula, que son responsables de la toxicosis sistémica asociada con anomalías estructurales y funcionales de los órganos” (Sumathi & Shobana, 2013).

Los efectos tóxicos del Al surgen principalmente de su prooxidante actividad que resulta en estrés oxidativo, radicales libres ataque y oxidación de proteínas y lípidos celulares. Los polipéptidos de proteínas se transforman en estructuras secundarias cuando los iones de Al interactúan con ellos a través de aminoácidos que contienen oxígeno, cadenas laterales y el esqueleto de la proteína, lo que conduce a la desnaturalización final o alteración conformacional o estructural (Mujika & Torre, 2018).

Tabla 1. Acciones tóxicas asociadas con la exposición al aluminio

ACCIÓN O EFECTO TÓXICO
Estrés oxidativo, peroxidación lipídica
Proinflamatorio: inflamación de órganos en pulmón, intestino, corazón y testículos
Inmunosupresión: induce la apoptosis y disfunción de los linfocitos, inhibe la proliferación de linfocitos, causa disfunción de los macrófagos
Desnaturalización y transformación de proteínas.
Estimulación o inhibición enzimática
Deterioro metabólico: altera la glucólisis y la de Krebs ciclo; promueve la oxidación de lípidos y proteínas
Genotoxicidad: reducción de la proliferación y diferenciación celular, disneurogénesis
Amiloidogénico y anti-amiloidolítico
Actúa como metaloestrógeno, promueve la proliferación y migración de células de cáncer de mama
Induce teratogénesis causando defectos fetales y neonatales.
Interrumpe el metabolismo mineral de Fe, P, Ca, Zn, Cu al alterar la absorción intestinal y la captación celular
Induce apoptosis, eriptosis, necrosis tisular
Interrumpe la permeabilidad de la membrana celular y la función del receptor, aumenta la fragilidad osmótica, inhibe las ATPasas de membrana
Disrupción endocrina: hormona paratiroidea, testosterona, hormona luteinizante, hormona estimulante del folículo, estradiol, norepinefrina, cortisol, hormona tiroidea, insulina

Inhíbe la formación de cartílago
Inhíbe la formación y mineralización ósea aumentando la actividad osteoclástica y reduciendo la actividad osteoblástica
Induce hipertensión (sistólica y arterial)
Causa accidente cerebrovascular isquémico y trombosis.
Induce alergia de contacto.
Inhíbe la función biológica de la vitamina D en el intestino vinculado a la absorción de calcio

Fuente. (Darbre, 2016).

Compuesto de cloruro de aluminio (ALCL3) y su incidencia toxicológica

El cloruro de aluminio es un compuesto formado por aluminio y cloro, es de aspecto sólido y de color amarillento. Su punto de fusión y ebullición es bajo y se considera como una sustancia que se emplea regularmente a nivel industrial. Manipulado por el personal que labora en dichas áreas lo que produciendo algún grado de intoxicación.

Los principales efectos adversos fisiológicos, para la salud humana están relacionados con la corrosión cutánea lo cual produce una lesión irreversible en la piel, esto es, una necrosis visible a través de la epidermis que alcanza la dermis, además de ocasionar lesiones oculares graves, y las vías respiratorias (Reyes, Vergara, Torres, Díaz, & González, 2016).

Los autores Yokel, Hicks, & Florence, (2008) expresan "en caso de contacto con la piel (o el pelo) se debe quitar inmediatamente toda la ropa contaminada, enjuagar la piel con agua o ducharse". En caso de contacto con los ojos, enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos, quitar lentes de contacto (de ser el caso) y continuar con el lavado (Abedini, Fatehi, & Tabrizi, 2014).

Síntomas relacionados con las características físicas, químicas y toxicológicas

- En caso de ingestión vómitos, náuseas. En caso de tragar existe el peligro de una perforación del esófago y del estómago (fuertes efectos cauterizantes).
- En caso de contacto con los ojos provoca quemaduras, provoca lesiones oculares graves, peligro de ceguera.
- En caso de inhalación es corrosivo para las vías respiratorias, produciendo tos y ahogos.

Los autores Boran, Al-Khatib, & Alanazi, (2019) expresan ciertas recomendaciones a tomar en consideración cuando el personal está en exposición de cloruro de aluminio.

1. Quitarse inmediatamente la ropa manchada o salpicada.
2. Autoprotección de la persona que preste los primeros auxilios.
3. En caso de inhalación proporcionar aire fresco. Si aparece malestar o en caso de duda consultar a un médico.
4. En caso de contacto con la piel, lavarse inmediata y abundantemente con mucho agua. Necesario un tratamiento médico inmediato, ya que lesiones no tratadas pueden convertirse en heridas difícil de curar.

5. En caso de contacto con los ojos aclarar inmediatamente los ojos abiertos bajo agua corriente durante 10 o 15 minutos y consultar al oftalmólogo inmediatamente. Proteger el ojo ileso.
6. En caso de ingestión lavar la boca inmediatamente y beber agua en abundancia.
7. Principales síntomas y efectos agudos, retardados corrosión, peligro de ceguera, y de perforación de estómago.

Exposición ocupacional al aluminio

La exposición al aluminio representa un problema de salud ocupacional para las personas que trabajan en la industria de este metal cuando no se toman las precauciones adecuadas. La exposición se produce durante los procesos industriales de producción del metal y de sus productos derivados.

La fiebre de los humos metálicos, una enfermedad con síntomas parecidos a la influenza, que cursa con dolor de cabeza, fiebre, escalofríos dolores en el pecho y sabor metálico, puede presentarse hasta varios días después de la exposición. "Otros estudios señalan efectos adversos en las vías respiratorias de los empleados de la industria de aluminio con síntomas similares al asma, que abarcan disnea, sibilancias, fibrosis pulmonar y enfermedad pulmonar obstructiva crónica" (Donoghue, 2011).

También, han sido estudiados los efectos neurológicos asociados a la exposición ocupacional del aluminio. "Se ha encontrado que la exposición prolongada a este metal está significativamente relacionada con una variedad de síntomas neurológicos y psiquiátricos que incluyen pérdida de memoria, coordinación y problemas de equilibrio" (Meyer, 2007).

Asimismo, se ha registrado dermatitis por contacto e irritaciones en los ojos en los trabajadores expuestos al polvo de metales, entre ellos, el aluminio y sus aleaciones.

Por otra parte, varios estudios epidemiológicos señalan un mayor riesgo de desarrollar cáncer de pulmón o cáncer de vejiga en los trabajadores de la industria del aluminio, debido, principalmente, a la exposición de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), generados durante los procesos de fundición de aluminio, en lugar de la exposición misma al metal (Friesen, 2010).

Conclusión

Esta revisión ha proporcionado una visión general de la patología base de la intoxicación por Al. La asociación de intoxicaciones por Al con diversos síndromes patológicos y mecanismos patogénicos vinculados a acciones tóxicas puede brindar vías para intervenciones estratégicas. El estudio de estas patologías ha recibido atención reciente en encuestas epidemiológicas con respecto a algunas enfermedades humanas como la enfermedad de Alzheimer, el autismo, la osteoporosis, la diabetes mellitus, la enfermedad inflamatoria intestinal, entre otras.

Actualmente existen numerosos estudios que han examinado el potencial del aluminio y sus compuestos respecto a los efectos tóxicos en humanos expuestos por inhalación, exposición oral o dérmica. La mayoría de estos hallazgos están respaldados por un gran número de estudios en animales de laboratorio. Estudios de exposición ocupacional y estudios en animales sugieren que los pulmones y el sistema nervioso pueden ser los objetivos más sensibles de toxicidad después de la exposición por inhalación.

En los trabajadores se han observado efectos respiratorios, en particular alteración de la función pulmonar y fibrosis debido a polvo o humos de aluminio; sin embargo, esto no se ha observado consistentemente a través de los estudios y es posible que la exposición conjunta a otros compuestos contribuyera a los efectos observados.

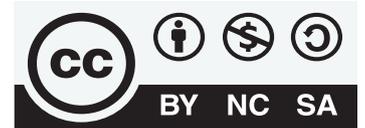
En el ámbito ocupacional existe evidencia en trabajadores que son expuestos a polvo de aluminio, cloruro de aluminio y humos de aluminio durante la soldadura que proporcionan evidencia sugestiva de que puede haber una relación entre la exposición crónica al aluminio y los efectos neurológicos subclínicos como el deterioro en las pruebas neuroconductuales para el rendimiento psicomotor, cognitivo y una mayor incidencia de síntomas neurológicos subjetivos.

No obstante, existe información limitada sobre la toxicidad del aluminio después de la exposición dérmica. La aplicación de aluminio en compuestos para la piel, como el cloruro de aluminio en etanol o alumbre, pueden causar erupciones en algunas personas. Se han observado daños en la piel de ratones, conejos y cerdos expuestos a cloruro de aluminio o aluminio nitrato, pero no después de la exposición a sulfato de aluminio, hidróxido de aluminio, acetato de aluminio o clorhidrato de aluminio.

Tomando en consideración los efectos que tiene sobre la salud este metal, además de ser uno de los más usados por las personas tanto a nivel doméstico, comercial e industrial, se hace pertinente el estudio de los efectos de dicho compuesto en las personas principalmente en aquellas que trabajan en la manipulación o en ambientes donde existe una gran presencia de aluminio, para, de tal manera tomar las medidas de seguridad necesarias en caso de inhalación, contacto ocular o contacto con la piel de los trabajadores.

Bibliografía

- Abedini, M., Fatehi, F., & Tabrizi, N. (2014). Ischemic stroke as a rare manifestation of aluminium phosphide poisoning: a case report. . 2014, 52(12).
- Becaria, A., Campbell, A., & Bondy, S. (2002). Aluminum as a Toxicant. . Toxicology and Industrial Health, 18(7).
- Boran, A., Al-Khatib, A., & Alanazi, B. (2019). Investigation of aluminum toxicity among workers in aluminum industry sector. European Scientific Journal, 9(24).
- Chappard, D., & Bizot, P. (2016). Aluminum and bone: review of new clinical circumstances associated with Al(3+) deposition in the calcified matrix of bone. Morphologie, 100, 95–105.
- Darbre, P. (2016). Aluminium and the human breast. . Morphologie, 100, 329-387.
- Donoghue, A. (2011). Occupational Asthma in the Aluminum Smelters of Australia and New Zealand: 1991- 2006. American Journal of Industrial Medicine, 54(3), 91-106.
- Friesen, M. (2010). Chronic and Acute Effects of Coal Tar Pitch Exposure and Cardiopulmonary Mortality Among Aluminum Smelter Workers. . American Journal of Epidemiology, 172(7), 790-799.
- Issa, A., & Salim, M. (2014). Evaluation of the effects of aluminum phosphate and calcium phosphate nanoparticles as adjuvants in vaccinated mice. Int J Chem Eng Appl, 5, 367–373.
- Meyer, M. (2007). Occupational Aluminum Exposure: Evidence in Support of its Neurobehavioral Impact. Neurotoxicology, 28(6), 1068-1078.
- Morris, G., & Puri, B. (2017). The putative role of environmental aluminium in the development of chronic neuropathology in adults and children. How strong is the evidence and what could be the mechanism involved? Metab Brain Dis , 32(5), 1335–1355.
- Mujika, J., & Torre, G. (2018). Aluminum's preferential binding site in proteins: sidechain of amino acids versus backbone interactions. J Inorg Biochem, 181, 111–116.
- Reyes, Y., Vergara, I., Torres, O., Díaz, M., & González, E. (2016). Contaminación por metales pesados: implicaciones en Salud, ambiente y seguridad alimentaria. Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo., 16(2), 66-77.
- Sumathi, T., & Shobana, C. (2013). Oxidative stress in brains of male rats intoxicated with aluminium and neuromodulating effect of Celastrus paniculatus alcoholic seed extract. Asian J Pharm Clin Res, 6, 80–90.
- Yokel, R., & McNamara, P. (2001). Aluminium toxicokinetics: an updated minireview. Pharmacology & Toxicology , 88(4), 159–167. doi:doi: 10.1034/j.1600-0773.2001.d01-98.x.
- Yokel, R., Hicks, C., & Florence, R. (2008). Aluminum bioavailability from basic sodium aluminum phosphate, an approved food additive emulsifying agent, incorporated in cheese. . Food and Chemical Toxicology , 46(2), 261–2266. doi:doi: 10.1016/j.fct.2008.03.00



CREATIVE COMMONS RECONOCIMIENTO-NO-COMERCIAL-COMPARTIRIGUAL 4.0.

CITAR ESTE ARTICULO:

Alarcón Mite, A. I., Petroche Torres, D. J., & Holguín Bermello, V. A. (2023). Intoxicación ocupacional por cloruro de aluminio. RECIMUNDO, 7(2), 228-237. [https://doi.org/10.26820/recimundo/7.\(2\).jun.2023.228-237](https://doi.org/10.26820/recimundo/7.(2).jun.2023.228-237)