

Enfermedad pulmonar causada por inhalación en la práctica de la soldadura: Búsqueda narrativa

Lung disease caused by inhalation in welding practice: Narrative research

José I. Jiménez-Quintana^a, José Arias-Rico^b, Sandra Islas-Pérez^c, Mariana M. Hernández-Roldan^d

Abstract:

A risk factor for respiratory diseases and bronchitis to consider are welding fumes, which are composed of very fine particles, adding that these fumes present even greater complications such as cancer in people such as the welding profession. For this, this narrative review article aimed to describe the estimates of the effect of occupational exposure to welding fumes by inhalation according to their manifestation in the short, medium and long term. To select the articles to be discussed, a keyword search was carried out within platforms such as Elsevier, SciELO, PubMed and Google Scholar to discuss the findings of the complications of respiratory and lung diseases caused by welding. From the information analyzed, it was possible to observe that the practice of welding brings serious implications for health in the respiratory tract, however, when developing a lung disease, there is a greater probability that even minimal contact with these fumes will develop the disease, reaching the point of developing lung cancer.

Keywords:

Welder, lung cancer, respiratory diseases, lung disease, complications

Resumen:

Un factor de riesgo para las enfermedades respiratorias y la bronquitis a considerar, son los humos de la soldadura que se encuentran compuestos por partículas muy finas, añadiendo que estos humos presentan complicaciones aún mayores como el cáncer en personas como la profesión de la soldadura para ello este artículo de revisión narrativa tuvo como objetivo describir acerca de las estimaciones del efecto de la exposición ocupacional a los humos de soldadura por inhalación de acuerdo a su manifestación a corto, mediano y largo plazo. La metodología utilizada para seleccionar artículos en una búsqueda con palabras clave dentro de plataformas como Elsevier, SciELO, PubMed y Google académico para discutir los hallazgos de las complicaciones de las enfermedades respiratorias y pulmonares causadas en la soldadura. A partir de la información analizada se logró observar que la práctica de soldadura trae serias implicaciones hacia la salud en las vías respiratorias sin embargo al desarrollar una enfermedad pulmonar existe una mayor probabilidad que hasta por un contacto mínimo con estos humos se desarrolle la enfermedad llegando al punto del desarrollo de un cáncer del tipo pulmonar.

Palabras Clave:

Soldador, cáncer pulmonar, enfermedades respiratorias, enfermedad pulmonar, complicaciones

^a Autor de Correspondencia, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Área Académica de Enfermería | Pachuca, Hidalgo | México, <https://orcid.org/0009-0005-4127-7705>, Email: ji369401@uaeh.edu.mx

^b Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Área Académica de Enfermería | Pachuca, Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0003-0219-0410>, Email: jose_arias@uaeh.edu.mx

^c Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Área Académica de Enfermería | Pachuca, Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0002-8788-5416>, Email: is353750@uaeh.edu.mx

^d Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Área Académica de Enfermería | Pachuca, Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0003-2530-162X>, Email: he338647@uaeh.edu.mx

Fecha de recepción: 15/10/2024, Fecha de aceptación: 04/11/2025, Fecha de publicación: 05/12/2025

DOI: <https://doi.org/10.29057/icsa.v14i27.10837>



Introducción

La soldadura es un proceso donde se implementa la unión de metal con alguna superficie a través del uso de altas temperaturas, debido a esta práctica es un riesgo para la salud debido a la exposición tanto para la persona que lo realiza y las personas que lo rodean debido al desprendimiento de gases sumando la energía radiante producida [1].

A través de esta práctica se identifican diversos tipos de soldadura en uso general. Destacando la soldadura por arco eléctrico la cual suele ser la técnica más utilizada; consiste en la unión por calor (temperatura que rebasa a 4000 °C) resultando cuando la fuente de alimentación eléctrica pasa a través de dos conductores. Cuando el arco de soldadura eléctrica se golpea entre el electrodo y el metal base en aire o gas inerte, el vapor de metal, que se ha desarrollado a una temperatura muy alta, se enfriá en la corriente de gas y se condensa para formar humos. También se pueden encontrar la soldadura por arco de metal con gas y la soldadura por arco con núcleo fundente que son las técnicas de soldadura más utilizadas. En la soldadura por arco metal, la protección del baño de fusión está cubierta por los revestimientos de los electrodos. Hoy en día, la soldadura de metal está blindada. La técnica de metal con gas se realiza a través del calor producido por el arco entre el electrodo de relleno y la pieza de trabajo. En este tipo de soldadura se utiliza gas como protección y cobertura alrededor del arco para evitar la contaminación al soldar con aire. La técnica de soldadura por núcleo fundido se produce muy similar a la soldadura de metal con gas activo, excepto que, en lugar de usar un alambre con núcleo sólido, se emplea un tipo especial de alambre soldado en forma de tubo hueco que contiene polvos especiales. La incidencia de síntomas respiratorios es mayor entre los soldadores. Esto podría atribuirse a la presencia de varios gases y vapores metálicos como manganeso, cromo, aluminio y níquel producidos en el proceso de soldadura [2].

La composición de los humos de soldadura es variable, ya que los principales componentes de los humos se derivan del electrodo y el alambre de relleno, y de los fundentes dondequiera que se utilicen. Además, el metal base, los gases de protección y la pintura o el revestimiento de la superficie pueden contribuir aún más a la formación de humos. Los humos se forman cuando el metal vaporizado entra en contacto con el oxígeno, produciendo óxidos metálicos que luego se condensan y forman humos. La soldadura produce gases y partículas muy diversas que contribuyen a varios impactos negativos en el sistema respiratorio y la exposición a largo plazo trae consigo consecuencias como cáncer pulmonar, enfermedades pulmonares y respiratorias [3].

En comparación con los gases, el ruido, el calor y la radiación ultravioleta, los humos producidos durante el proceso de soldadura tienen los efectos más nocivos para la salud de los soldadores [3,4].

Los humos de materiales de soldadura tienen un papel comprobado en la patogénesis de enfermedades como tuberculosis, opresión torácica, y otras enfermedades pulmonares, debido a que los humos de soldadura incluyen concentraciones de partículas mucho más altas que aire ambiente exterior, además de materiales peligrosos liberados por la soldadura produciendo así la patogenia de varias enfermedades. En general, los efectos sobre la salud, incluidos los respiratorios y no respiratorios, son reportados, así como complicaciones de salud en los trabajadores, como lo es la bronquitis, neumonía, fiebre por humos metálicos y efectos neurológicos. Los humos de soldadura o el material liberado durante el proceso de soldadura son uno de los factores en el desarrollo de enfermedades pulmonares y causante de daño tisular, lesión y patogenia de diversas enfermedades. Además, los contaminantes liberados en el lugar de trabajo son inhalados y entran al torrente sanguíneo a través del aire respiratorio y este es absorbido por el sistema respiratorio, teniendo finalmente el daño tisular [5].

Otro problema a consideración que se asocia con esta profesión son los humos pues se reclasificaron recientemente y resultaron ser cancerígenos para los humanos clasificándolos como parte del grupo 1 por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) basado en evidencia epidemiológica comprobada sin embargo está limitada en animales pero resulta primordial para comprender mejor qué humos de soldadura y los metales que los componen son los más tóxicos y resultan más probables para riesgo tumorigénico [6].

De acuerdo con Rudin el cáncer de pulmón de células pequeñas tiene un 15% de representación entre los tipos de cáncer de pulmón, derivado de un mal pronóstico y metástasis temprana [7]. El objetivo de este trabajo fue describir una narrativa sobre el efecto de la exposición ocupacional a los humos de soldadura por inhalación de acuerdo a su manifestación a corto, mediano y largo plazo

Desarrollo

La metodología utilizada fue realizar una narrativa, se seleccionaron artículos que incluyeran las palabras clave (Soldador, cáncer pulmonar, enfermedades respiratorias, enfermedad pulmonar, complicaciones) dentro de plataformas como Elsevier, SciELO, PubMed y Google académico para discutir los hallazgos de las complicaciones de las enfermedades respiratorias y pulmonares causadas en la soldadura.

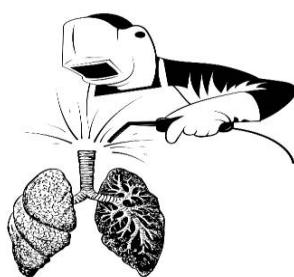
El "humo" que es generado por la soldadura, es una fusión de finas partículas, vapores y gases. Muchas de

las sustancias que conforman el humo de la soldadura, presentan altos grados de toxicidad como lo son: Cr (cromo), Ni (níquel), As (arsénico), Mn (manganese), Be (berilio), Cd (cadmio), óxidos de nitrógeno, fosgeno, acroleína, compuestos de flúor, monóxido de carbono, Co (cobalto), Cu (cobre), Pb (plomo), O₃ (ozono), Se (selenio), y óxido de zinc [8].

Cada contaminante tiene asignada una concentración máxima en el aire, conocida como Valor Límite Ambiental (VLA), por debajo del cual se considera que, basados en los conocimientos actuales sobre su toxicidad, la mayoría de los trabajadores expuestos durante su vida laboral, no sufrirán trastornos en su salud. En la medida que sean superados estos límites aumentarán las probabilidades de que los daños se hagan presentes. Los componentes individuales del humo de la soldadura pueden afectar diversas partes del cuerpo, los pulmones, el corazón, los riñones y el sistema nervioso central, por mencionar algunos [9].

La soldadura es uno de los oficios más peligrosos y los trabajadores relacionados están expuestos a muchos riesgos. La detección y el rechazo de estas amenazas juegan un papel importante en su salud, hacen que su entorno sea saludable. Por un lado, la soldadura se encuentra entre los procesos ocupacionales peligrosos, laboriosos y dañinos (figura 1). En las operaciones de soldadura, las piezas de metal se conectan mediante calor, presión o ambos. Dicho de otra forma, la soldadura es la unión de piezas metálicas con la ayuda de alambre de soldadura y calor [10].

Figura 1. Efecto del humo de soldadura en pulmón



Se entienden como efectos agudos aquellos que sobrevienen por exposiciones a altas concentraciones de contaminantes, muy superiores a los Valores Límites Ambientales, durante cortos lapsos, refiriéndose a los trabajos de soldadura que podrían llegar a suscitarse durante una jornada laboral, a estos también se les llama accidentes de trabajo y los más comunes son: neumonitis (inflamaciones pulmonares) y edemas (acumulaciones de líquidos), algunos metales como el berilio, cadmio, cobre, cromo y níquel suelen causar

irritación en los tejidos, la gravedad varía según el metal y la severidad de la exposición [10].

La fiebre por vapores metálicos es una enfermedad aguda, derivada por la inhalación de vapores de óxido de zinc. El afectado experimenta el inicio rápido de intensos escalofríos, fiebre y dolores corporales después de unas horas de la exposición, y los síntomas desaparecen de manera repentina [11].

Los efectos crónicos son característicos de la inhalación de todo tipo de humos de soldadura y son manifestados tras largos años de labor, incluso finalizada la vida laboral, debido a su acumulación progresiva en el organismo o deterioro de los órganos involucrados. Estos daños de naturaleza y gravedad variables, corresponden con el concepto de "enfermedad profesional" [9-11].

Fisiopatología

Los fibroblastos, las células efectoras finales de la fibrosis en los pulmones fibróticos, están introducidos en el intersticio de todos los tejidos epiteliales y hacen funciones importantes en la organogénesis, la cicatrización de heridas, la inflamación y la fibrosis. Existen fibroblastos que han adquirido un fenotipo activado (fibroblastos activados y fibroblastos asociados al cáncer), caracterizados por la expresión de α -actina del músculo liso (α -SMA) y la secreción de mayores cantidades de componentes de matriz extracelular (ECM) y crecimiento factores como los factores de crecimiento transformante- β (TGF- β), incitan el crecimiento y la evolución del tumor. Estos tipos de fibroblastos son llamados miofibroblastos debido a la expresión de α -SMA, un marcador de miofibroblastos. Las fibras de asbestos depositadas en los espacios intersticiales son fagocitadas por macrófagos y células epiteliales, que posteriormente alteran la morfología y la bioquímica de los fibroblastos durante la fibrogénesis. Siendo que los miofibroblastos son las fuentes de colágeno y citocinas fibrogénicas en lesiones fibróticas. Estudios previos que muestran que la exposición directa de los fibroblastos pulmonares al amianto incrementa la deposición de colágeno o componentes de la MEC, incluida la hidroxiprolina, han postulado que los fibroblastos pulmonares tratados con amianto tienen la potencial para activar o diferenciarse en miofibroblastos y, en consecuencia, causar fibrosis.

Estos fibroblastos cambian continuamente sus interacciones con el microambiente pulmonar y son capaces de soportar la complejidad dinámica del microambiente tumoral [12].

Los fibroblastos activados promueven la angiogénesis, afectando indirectamente las propiedades migratorias e invasivas de las células cancerosas. Por lo tanto, los fibroblastos y miofibroblastos activados son nichos aceptados para comprender los mecanismos de los

cánceres de pulmón causados por amianto, debido a que pueden actuar como elementos de apoyo físicos, así como componentes reguladores para el desarrollo y la metástasis del cáncer en el microambiente pulmonar [12].

Resultados y discusión

Para esta búsqueda narrativa se encontraron 12 artículos sobre el efecto ocupacional a los humos de soldadura y su afectación a la salud. Las afecciones causadas por los humos de soldadura representan un problema de salud laboral importante, desde la perspectiva de diversos autores son narradas las complicaciones graves, así como afecciones pulmonares y respiratorias destacando a la bronquitis y el cáncer de pulmón por mencionar algunos. se realizó una investigación sobre estas afecciones con el fin de discutir hallazgos de relevancia, comenzando con que la soldadura es un oficio de riesgo desde un punto de vista clínico, pues presenta diversos peligros no sólo por humos, gases y vapores que son desprendidos en el acto de soldar; cabe hacer mención que de igual forma se pueden producir afectaciones por calor, luz visible, radiación ultravioleta, ruido, lesiones musculoesqueléticas, peligros eléctricos, incendios y explosiones, por uso de maquinaria peligrosa y como en cualquier otra ocupación caídas, tropiezos, sin embargo la importancia relevante fue basada en estimaciones de la consecuencia derivada de la inhalación por exposición de humos de soldadura a nivel pulmonar. Por lo que se pudo identificar, se manifiestan tras años de estar expuestos debido a la acumulación presentada. Es importante que las personas que realicen esta práctica o se encuentren dentro del entorno cerca deben utilizar equipo de protección personal como lo son: máscara especial, gafas, guantes, botas, delantal, todo especializado en la profesión, de igual manera implicar una completa capacitación que permita conocer la importancia de todo este equipo, además del importante monitoreo del entorno, así como el monitoreo médico para examinar de manera general el estado de salud de los trabajadores para una limitación de los daños [12].

Conclusión

Las enfermedades que van en aumento el número de casos en nuestro país son aquellas relacionadas con los humos de la soldadura, ocupación que se realiza de manera particular y muy común en fábricas o empresas, dejando grandes daños pulmonares como lo es la bronquitis, encontrando como causa principal el incorrecto uso de protección personal de los trabajadores de tal oficio, este problema es mayormente encontrado en aquellos soldadores que ejercen su oficio de manera particular, ya sea en establecimientos públicos o en sus propias viviendas lo cual no solo es un riesgo para quienes lo ejercen, de igual manera para las personas que se encuentran cercanas a ellos y su lugar de trabajo en un extendido lapso , las jornadas laborales suelen ser largas, e incluso en algunos casos rebasan las 10 horas laborales, en donde se está en contacto con sustancias químicas, humos y partículas que se acumularán de

forma progresiva causando daños colaterales a corto, mediano y largo plazo.

La patología que se desarrolla por la inhalación de estos materiales químicos (de soldadura) en forma de humo se desarrolla de diversas maneras en las personas, y todo depende de la cantidad de micropartículas que se han absorbido y adherido en el sistema respiratorio, causando así bronquitis aguda y en su mayor gravedad, cáncer pulmonar. A partir de ello se cuestiona el que se está haciendo para el personal que ejerce este oficio, y como es que podemos intervenir como parte de enfermería en su salud laboral, claramente hay distintas intervenciones que, en conjunto de otras disciplinas, cabe la posible disminución de la prevalencia de enfermedades pulmonares por humos de soldadura.

Referencias

- [1] Rana, H. K., Akhtar, M. R., Islam, M. B., Ahmed, M. B., Liò, P., Quinn, J. M., & Moni, M. A. Genetic effects of welding fumes on the development of respiratory system diseases. *Computers in biology and medicine* 2019, 108, 142-149.
- [2] Mehrifar, Y., Zamani, Z., & Pirami, H. (2019). Respiratory Exposure to Toxic Gases and Metal Fumes Produced by Welding Processes and Pulmonary Function Tests. *The international journal of occupational and environmental medicine*, 10(1), 40-49. <https://doi.org/10.15171/ijom.2019.1540>
- [3] Riccelli, MG; Goldoni, M.; Poli, D.; Mozzoni, P.; Cavallo, D.; Corradi, M. Los humos de soldadura, factor de riesgo de enfermedades pulmonares. En t. J. Medio Ambiente. Res. Salud Pública 2020, 17, 2552.
- [4] Rahmani, A. H., Alhorabi, A. A., Josef, J., & Babiker, A. Y. (2018). Study of work related respiratory symptoms among welding workers. *Asian J Pharm Clin Res*, 11(2), 97-9.
- [5] Falcone, L. M., Erdely, A., Kodali, V., Salmen, R., Battelli, L. A., Dodd, T., & Zeidler-Erdely, P. C. Inhalation of iron-abundant gas metal arc welding-mild steel fume promotes lung tumors in mice. *Toxicology* 2018, 409, 24-32.
- [6] Satta, G., Serra, T., Meloni, F., Lazzarato, A., Argiolas, A., Bosu, E., Coratza, A., Frau, N., Lai, M., Lecca, L. I., Mascia, N., Pilia, I., Piras, V., Sferlazzo, G., Campagna, M., & Cocco, P. Pulmonary Function and CT Scan Imaging at Low-Level Occupational Exposure to Asbestos. *International journal of environmental research and public health* 2019, 17(1), 50.
- [7] Rudin, C. M., Brambilla, E., Faivre-Finn, C., & Sage, J. Small-cell lung cancer. *Nature reviews. Disease primers* 2021, 7(1), 3.
- [8] Musk, A. W., de Klerk, N., Reid, A., Hui, J., Franklin, P., & Brims, F. Asbestos-related diseases. *The international journal of tuberculosis and lung disease: the official journal of the International Union against Tuberculosis and Lung Disease* 2020, 24(6), 562–567.
- [9] Vasco, G. J. E. Barkatu, web-orria ez da aurkitu - Eusko Jaurlaritza - Euskadi.eus. Basque Administration Web Portal.
- [10] Boumerzoug Z, Derfouf C, Baudin T. Efecto de la soldadura sobre la microestructura y las propiedades mecánicas de un acero industrial con bajo contenido de carbono. *Ingeniería*. 2010; 2:502.
- [11] Mejía Argüello JE, González Ángel LA. El trabajo como un factor de riesgo en la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) y otras patologías respiratorias. *Rev Colomb Salud Ocup*
- [12] Martínez AH. Importancia de la eosinofilia como biomarcador en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). *RAM* [Internet]. 2022 [citado el 24 de septiembre de 2024]; 10(3):190–190. Disponible en: <https://www.revistasam.com.ar/index.php/RAM/article/view/754>