

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Recibido: 10 de diciembre de 2020

Aceptado: 10 de mayo de 2021

Publicado: 9 de junio de 2021

MORTALIDAD EN TRABAJADORES EN LA INDUSTRIA METALÚRGICA:
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Beatriz Izquierdo-Sánchez (1), Guanlan Zhao (1,2), Pedro Varo-Galvañ (3), Francisco Brocal-Fernández (4,5)
y Elena Ronda-Pérez (1,6)

(1) Área de Medicina Preventiva y Salud Pública. Universidad de Alicante. Alicante. España.

(2) Institute of Social Medicine. School of Medicine. Zhejiang University. Hangzhou. China.

(3) Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Alicante. Alicante. España.

(4) Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal. Universidad de Alicante. Alicante. España.

(5) Instituto Universitario de Física Aplicada a las Ciencias y las Tecnologías. Universidad de Alicante. Alicante. España.

(6) CIBER Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP). Madrid. España.

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés.

RESUMEN

Fundamentos: El análisis de la mortalidad es un indicador que contribuye a evaluar el estado de la salud laboral de los trabajadores. Los trabajadores involucrados en la extracción, refinación, aleación y fabricación de metales están frecuentemente expuestos a riesgos laborales que pueden conducir a su muerte. El objetivo de este trabajo fue sintetizar la evidencia científica sobre mortalidad en trabajadores de la industria del metal.

Métodos: Es una revisión bibliográfica de artículos científicos mediante la base de datos PubMed. Se incluyeron 17 estudios, donde los temas tratados abordaban problemas específicos que influyen en la mortalidad de los trabajadores del sector de la industria metalúrgica. Se revisaron los textos completos de los artículos.

Resultados: Los hallazgos del estudio muestran mayores probabilidades de causa de muerte por neoplasias malignas (48%), enfermedades del sistema circulatorio (28%), accidentes laborales (15%), suicidio y violencia (9%).

Conclusiones: A pesar de las investigaciones realizadas, existen lagunas y limitaciones en el estudio de la mortalidad en los trabajadores de la industria metalúrgica, relacionadas fundamentalmente con la relación de la causa de muerte y los factores de riesgos laborales.

Palabras clave: Metal, Mortalidad, Riesgos laborales, Enfermedades profesionales, Salud laboral, Prevención.

ABSTRACT

**Mortality among workers
in metallurgical industry: literature review**

Background: The analysis of mortality offers an important indicator for assessing the state of workers' occupational health. Workers involved in the extraction, refining, alloying and manufacturing of metals are frequently exposed to occupational risks that can lead to their death. The objective of this work was to synthesize the scientific evidence about factors associated with mortality among workers in the metallurgical industry.

Methods: A bibliographic review was conducted using the PubMed database. Seventeen studies were included, where topics addressed specific problems that influence the mortality of workers in the metallurgical industry sector. Complete texts of the articles were reviewed.

Results: Findings show the highest probabilities of death due to malignant neoplasms (48%), diseases of the circulatory system (28%), work accidents (15%), suicide and violence (9%).

Conclusions: Despite the research carried out, there are gaps and limitations in the study of mortality in workers in the metallurgical industry, mainly related to the relationship of the cause of death with occupational risk factors.

Key words: Metal, Mortality, Occupational risks, Occupational diseases, Occupational health, Prevention.

Correspondencia:
Guanlan Zhao
Institute of Social Medicine
School of Medicine
Zhejiang University
866 Yuhangtang Road
Hangzhou 310058, China
zhaoguanlan0810@gmail.com

Cita sugerida: Izquierdo-Sánchez B, Guanlan Z, Pedro Varo-Galvañ P, Brocal-Fernández F, Ronda-Pérez E. Mortalidad en trabajadores en la industria metalúrgica: revisión bibliográfica. Rev Esp Salud Pública. 2021; 95: 9 de junio e202106081.

INTRODUCCIÓN

Las últimas décadas se han caracterizado por un creciente desarrollo y cambios de diversa índole en los campos tecnológico, económico y social. El trabajo como actividad económica fundamental no es ajeno a estos cambios y se ve influenciado por nuevos condicionantes que dificultan su adecuado progreso. Muchas de estas condiciones están relacionadas con la existencia de enfermedades y accidentes laborales. La necesidad de información sobre la ocupación ha sido reconocida desde que se produjeron las primeras estadísticas de mortalidad por causas específicas a mediados del siglo XIX^(1,2).

Los efectos de diversos factores del trabajo y el entorno laboral en la salud están distorsionados por diferentes mecanismos de selección dentro y fuera del trabajo, así como por factores metodológicos asociados con la medición de la exposición y el resultado (mortalidad o morbilidad)⁽³⁾. El análisis de la mortalidad, es decir, el número de personas que mueren en un período determinado es un indicador escasamente usado en salud laboral^(4,5).

El sector del metal en Europa y en España constituye un eje fundamental del desarrollo económico de la región. En España está formado en su mayoría por pequeñas o medianas empresas que son responsables del 9% del Producto Interior Bruto español, del 25% de la formación bruta de capital, de casi el 50% del total de exportaciones y del 30% de la inversión en Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)⁽⁶⁾.

Así, de la industria del metal dependen para su suministro el sector energético, las industrias del sector primario, la industria del transporte (incluyendo los sectores del automóvil, el aeronáutico y el ferroviario), las redes de

telecomunicaciones, la industria agroalimentaria, la agricultura, las principales industrias de procesado (incluyendo las industrias químicas, petroquímica y del plástico) y las propias industrias metalmeccánicas y eléctricas⁽⁶⁾.

Toda actividad laboral que se realice conlleva riesgos que pueden afectar de una forma u otra a la salud y seguridad del trabajador. En el caso de la industria metalúrgica destacan los riesgos higiénicos por exposición a agentes químicos, debido a que durante las operaciones de fundición y trabajo del metal se produce exposición, principalmente por inhalación, a una gran variedad de contaminantes químicos, polvos, humos, gases y vapores que son peligrosos para la salud del trabajador, además de contactos térmicos, estrés térmico y la exposición a radiaciones ultravioletas⁽⁷⁾. Otros riesgos relativos a la seguridad se refieren a la proyección de fragmentos o partículas de metal fundido que pueden provocar lesiones oculares o quemaduras en la piel, además de los riesgos derivados de explosiones producidas por los hornos de fundición del metal⁽⁸⁾.

Desde el punto de vista de la salud física, está bien documentado en la literatura que la exposición a metales puede causar efectos dañinos tales como inflamación pulmonar⁽⁹⁾, destrucción de células hepáticas, daño neurológico y renal. Según estudios realizados, los trastornos musculoesqueléticos y el cáncer constituyen causas importantes de morbilidad y discapacidad en muchas poblaciones ocupacionales en las últimas décadas, y su impacto en el lugar de trabajo ha influido de forma determinante en el desarrollo de las actividades^(10,11).

El objetivo general del siguiente trabajo fue sintetizar la evidencia científica sobre la magnitud y las causas de mortalidad en trabajadores de la industria metalúrgica a través de una revisión bibliográfica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una búsqueda selectiva de la literatura en la base de datos *PubMed* sobre las causas de mortalidad en trabajadores que pertenecían al sector de la industria metalúrgica y la identificación de factores psicosociales que pudieran estar relacionados. Para ello se utilizó la metodología de revisión bibliográfica *con el objetivo de garantizar la obtención de la información más relevante en el campo de estudio de un universo de documentos que puede ser muy extenso*⁽¹²⁾.

Se realizó una revisión bibliográfica que incluyera las siguientes palabras claves: “*mortality*”, “*metal* industry*”. Se tomaron en cuenta como criterios de inclusión:

- a) Artículos publicados en inglés y español limitados a la presente centuria, es decir, a partir del año 2000 y hasta 2020, para explicar posibles variaciones en los procesos industriales.
- b) Artículos con términos de búsqueda en el título y/o resumen, siendo el primer término de búsqueda empleado (*mortality*) AND *workers industry*, con el objetivo de detectar el total de publicaciones relacionadas con la mortalidad en trabajadores de la industria.

En una segunda búsqueda se utilizó el término “*metal**” (*mortality*) AND *metal* industry*) para detectar las publicaciones relacionadas con la mortalidad ya específicamente en la industria metalúrgica. Se utilizó un tercer término de búsqueda más amplio que incluyera otros sectores de la industria metalúrgica y otros términos de búsqueda relacionados con mortalidad: (*mortality*) OR *causes of death*) AND (*metal* OR welders OR automobile*) AND *industry*). Otros criterios de inclusión que se tuvieron en cuenta fueron:

- c) Estudios observacionales, transversales y longitudinales.
- d) Trabajos que evaluaran las principales causas de muertes en trabajadores relacionados con la industria del metal.

Como criterios de exclusión se tuvieron en cuenta los siguientes tipos de publicaciones: opiniones, los artículos que no fueran de acceso abierto y de los cuales no estuvieran disponibles los resúmenes, comentarios, editoriales, cartas o resúmenes de conferencias.

RESULTADOS

Se encontraron un total de 2.458 referencias relacionadas con mortalidad en trabajadores de la industria, de los cuáles 747 (30,4%) trataban el tema de la industria del metal. La **figura 1** muestra el algoritmo seguido para realizar la búsqueda en la base de datos *PubMed*, teniendo en cuenta los criterios de inclusión y los que se relacionaban con la temática del estudio.

En la **figura 2** se muestra el año de las publicaciones en las cuales se centró el estudio, donde se puede observar que a partir de 2011 hay una evolución creciente en el estudio de esta temática.

Los diecisiete artículos seleccionados para el estudio se clasificaron de acuerdo con la actividad desempeñada dentro del sector: artículos relacionados con trabajos de fundición de metal, artículos relacionados con trabajos con soldadura y artículos acerca de la industria automovilística. Sobre la fundición de metal se analizaron doce artículos que representaban un 70,6%, sobre la soldadura tres artículos para un 17,6% y sobre la industria automovilística dos artículos para un 11,8%.

Figura 1
Diagrama de flujo de la selección de artículos incluidos.

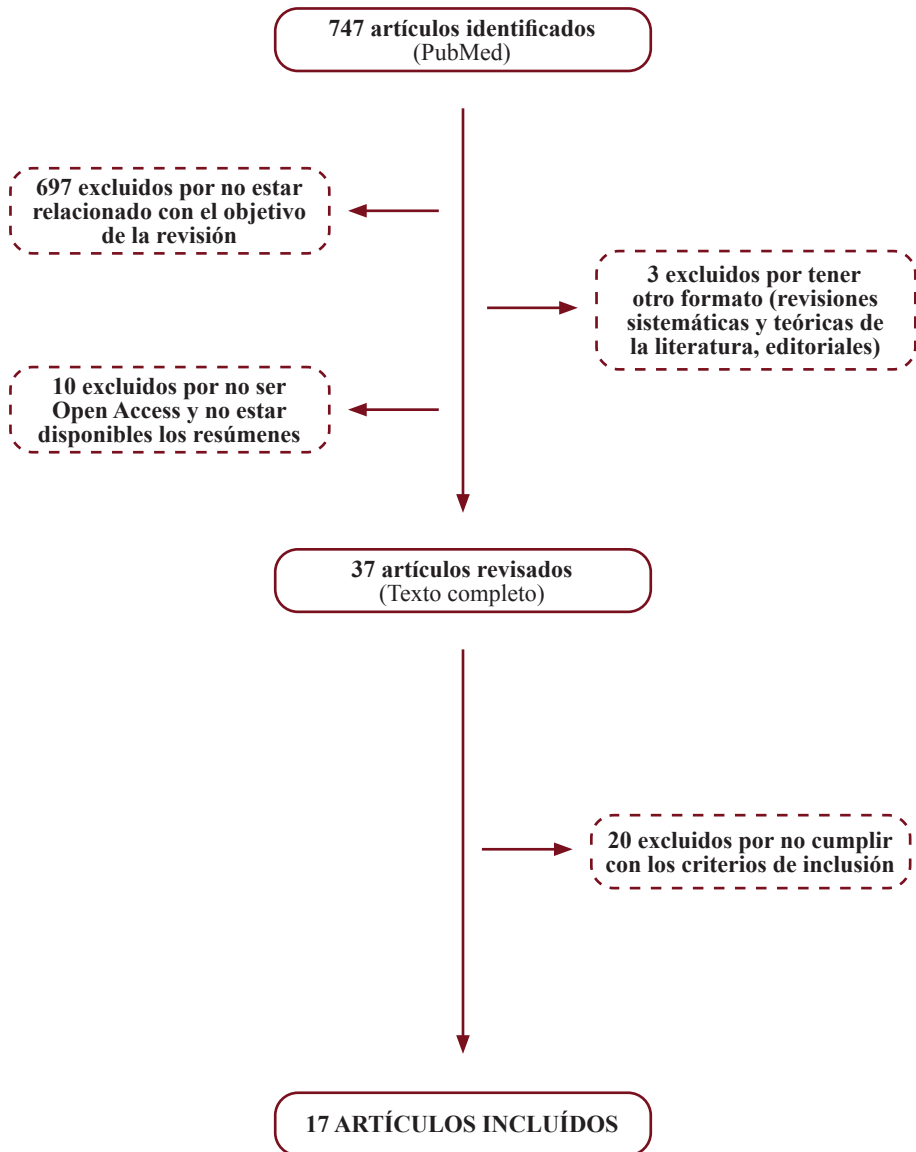
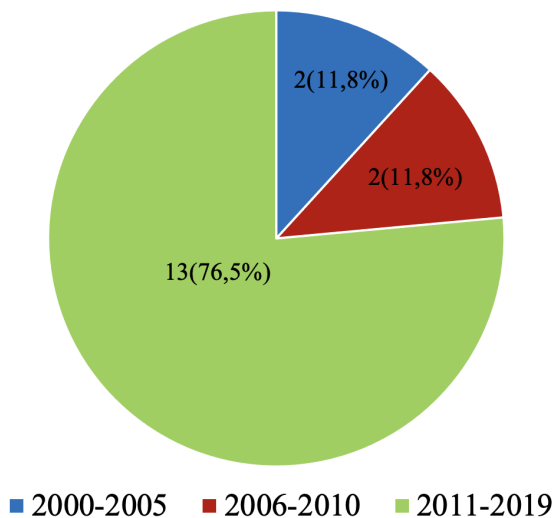


Figura 2
Distribución por año de las publicaciones analizadas en el estudio.



En las **tablas 1, 2 y 3** se observan algunas características de los artículos incluidos^(13,29) en la revisión de acuerdo a la actividad desempeñada. Las variables comunes fueron el nombre del primer autor con el año de publicación y la referencia, el país donde se realizó el estudio, el objetivo del estudio, el diseño de estudio, el tamaño de muestra y los resultados.

La mayor producción científica sobre la mortalidad en la industria del metal se produjo a partir del año 2000 y, sobre todo, en Estados Unidos. El 58,8% (n=10) de los artículos analizados correspondieron a Estados Unidos, de producción europea fueron el 23,5% (n=4), seguida por los artículos en China (13,3%; n=2) y un estudio que se realizó tanto en zona europea como estadounidense (4,4%; n=1).

Las principales causas de muerte de trabajadores de la fundición de metal, y específicamente en actividades de producción de ferrocromo y acero inoxidable, fueron:

la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio y, en particular, por cardiopatía isquémica, las neoplasias malignas, los accidentes y el suicidio. En la **figura 3** se muestra un gráfico resumen de la mortalidad según la causa de muerte en el sector, atendiendo a los artículos revisados.

Las causas de muerte por las enfermedades del sistema circulatorio se encontraron, fundamentalmente, en las minas de cromita, en los procesos de fundición de acero inoxidable y en los trabajadores de laboratorios metalúrgicos. La tasa de letalidad para enfermedades circulatorias fue inferior en muchos de los casos analizados, teniendo en cuenta otros estudios. La mortalidad por accidentes y los suicidios también fue menor que en la población de referencia que fue población general⁽¹⁷⁾. El riesgo para todas las neoplasias malignas combinadas y para el cáncer de pulmón fue mayor en estudios de la industria francesa de acero inoxidable^(20,25,28,29).

Tabla 1
Principales características de los artículos relacionado con la mortalidad en trabajadores de la fundición del metal (n=12).

Primer autor Año de publicación Referencia	País	Objetivo del estudio	Diseño del estudio	Muestra	Resultados principales
Liu, Weiwei. 2002 ⁽¹³⁾	China	Estudiar las principales causas de muerte en trabajadores de diferentes industrias en Guangzhou.	Cohorte Longitudinal	79.547 trabajadores, 49.355 hombres y 30.192 mujeres con edades mayores o iguales a 35 años.	Las causas de muerte en la industria variaron, las neoplasias malignas y las enfermedades respiratorias fueron las principales causas.
Marsh, Gary M. 2007 ⁽¹⁵⁾	Estados Unidos	Investigar la posibilidad de que el exceso de mortalidad por cáncer nasofaríngeo grande (NPC) entre una cohorte de trabajadores expuestos al formaldehído pueda estar relacionado con factores ocupacionales externos a la planta del estudio.	Casos y Controles	7.345 trabajadores empleados en una planta productora de plásticos.	Los resultados del estudio sugieren que el gran exceso de mortalidad por cáncer nasofaríngeo en la cohorte de Wallingford puede no deberse a la exposición al formaldehído, sino que refleja la influencia del empleo externo en las industrias de metales ferrosos y no ferrosos de la zona.
Figgs, LW. 2011 ⁽¹⁷⁾	Estados Unidos	Determinar si la exposición a metales tóxicos se asoció con el riesgo de suicidio entre los trabajadores de la planta de difusión gaseosa Paducah.	Transversal	6.820 trabajadores de la industria nuclear.	El riesgo de mortalidad por suicidio está asociado con la exposición al uranio.
Huvinen Markku. 2013 ⁽¹⁸⁾	Finlandia	Evaluar la mortalidad por riesgo de cáncer entre los trabajadores empleados en la industria finlandesa de ferrocromo y acero inoxidable desde el inicio de la producción en 1967.	Transversal	6.630 trabajadores hombres y 1.816 mujeres para un total de 8.146 trabajadores.	Las exposiciones ocupacionales en la industria finlandesa de ferrocromo y acero inoxidable no han aumentado el riesgo de cáncer.
Welch, Laura. 2015 ⁽¹⁹⁾	Estados Unidos, Canadá	Realizar un estudio de los patrones de mortalidad entre los participantes del programa.	Transversal	17.345 trabajadores.	Este estudio contribuye a la literatura que demuestra enfermedades relacionadas con el asbesto entre trabajadores con exposiciones en gran medida indirectas y apoya un mayor riesgo de cáncer de pulmón entre trabajadores con puntajes bajos de profusión de la Oficina Internacional de Trabajo.
Gibb, Herman Jones. 2015 ⁽²⁰⁾	Estados Unidos	Evaluar la mortalidad de trabajadores empleados por primera vez en una planta de producción de cromato de Baltimore.	Transversal	2.354 trabajadores.	La exposición acumulativa al cromo fue un factor de riesgo para la muerte por cáncer de pulmón. Las muertes por cáncer, además del cáncer de pulmón, no fueron significativamente elevadas.

Tabla 1 (continuación)
Principales características de los artículos relacionado con la mortalidad
en trabajadores de la fundición del metal (n=12).

Primer autor Año de publicación Referencia	País	Objetivo del estudio	Diseño del estudio	Muestra	Resultados principales
Huvinen Markku. 2016 ⁽²³⁾	Finlandia	Describir la mortalidad por causas específicas en ferrocromo y trabajadores de acero inoxidable finlandeses.	Transversal	8.088 trabajadores.	Trabajar en la industria finlandesa de ferrocromo y acero inoxidable no parece estar asociado con una mayor mortalidad.
Pinkerton, Lynne E. 2016 ⁽²⁴⁾	Estados Unidos	Evaluar la mortalidad en trabajadores expuestos al diisocianato de tolueno.	Transversal	4.595 trabajadores empleados en cuatro plantas de poliuretano.	Todas las causas y todas las muertes por cáncer de pulmón aumentaron.
Bertke, Stephen J. 2016 ⁽²⁵⁾	Estados Unidos	Actualizar los datos referidos al seguimiento del estado vital en trabajadores de la fundición de plomo.	Cohorte Longitudinal	1.990 trabajadores.	Se observó mayor riesgo de mortalidad para el cáncer de pulmón, enfermedades cardiovasculares, enfermedades renales y la esclerosis lateral amiotrófica.
Marsh, Gary M. 2017 ⁽²⁷⁾	Estados Unidos, Alemania, Suecia, Reino Unido, Austria	Basado en un análisis conjunto de datos de un estudio internacional, evaluar la mortalidad total y por causa específica entre los trabajadores de la producción de metales duros con énfasis en el cáncer de pulmón.	Transversal	32.354 trabajadores de tres compañías y 17 sitios de fabricación en cinco países.	No se encontraron pruebas de que la duración, la intensidad media o la exposición acumulativa al tungsteno, al cobalto o al níquel, en los niveles experimentados por los trabajadores examinados, aumenten los riesgos de mortalidad por cáncer de pulmón. Tampoco se encontró evidencia de que el trabajo en estas instalaciones aumentara los riesgos de mortalidad por otras causas de muerte.
Bachelet, Vivienne C. 2018 ⁽²⁸⁾	Chile	Caracterizar los eventos fatales relacionados con el trabajo en la industria que ocurrieron en Chile en 2014 y 2015.	Transversal	815 trabajadores pertenecientes a diferentes industrias.	La tasa de mortalidad para todas las lesiones más altas fue en el sector del transporte, comunicaciones y minero.
Friedman, Lee S. 2019 ⁽²⁹⁾	Estados Unidos	Identificar los factores de riesgo asociados con las lesiones prolongadas en el horario de trabajo y determinar si los incidentes prolongados en el horario laboral se asociaron con la muerte o incidentes con múltiples trabajadores lesionados.	Transversal	52.206 lesiones en trabajadores	Las lesiones prolongadas en horas de trabajo se asociaron con la falta de rutina, por ser nuevos en la mina y por actividades mineras específicas. Las lesiones durante las largas jornadas probablemente continuarán creciendo como un problema en la industria minera.

Tabla 2
Principales características de los artículos relacionado con la mortalidad en trabajadores soldadores (n=3).

Primer autor Año de publicación Referencia	País	Objetivo del estudio	Diseño del estudio	Muestra	Resultados principales
Steenland, Kyle. 2002 ⁽¹⁴⁾	Estados Unidos	Actualizar la mortalidad por riesgo de cáncer de pulmón de los soldadores de acero dulce sin exposición al asbesto utilizando una cohorte de no soldadores para la comparación.	Cohorte Longitudinal	Trabajadores de tres plantas de fabricación de equipos pesados.	Hubo 108 muertes por cáncer de pulmón entre los soldadores y 128 muertes entre los no soldadores. Estos datos proporcionan evidencia sugestiva pero no concluyente de un riesgo modesto de cáncer de pulmón debido a una soldadura de acero suave.
Zamanian, Zahra. 2015 ⁽²¹⁾	Alemania	Evaluar la mortalidad por nivel de exposición de los soldadores de la industria del acero a la radiación ultravioleta (UV) e investigar los impactos en la salud de estas exposiciones.	Casos y Controles	400 personas incluidas. 200 soldadores como grupo expuesto y 200 no soldadores como grupo no expuesto.	El período de tiempo de exposición a los rayos UV en los soldadores es más alto que el umbral de contacto permisible pudiendo ocasionar la muerte de trabajador por distintos cánceres. La exposición a la radiación UV se puede vincular a diferentes tipos de cáncer de piel, envejecimiento de la piel y cataratas, se debe recomendar a los soldadores que disminuyan su exposición ocupacional.
MacLeod, Jill S. 2017 ⁽²⁶⁾	Canadá	Evaluar las asociaciones entre la soldadura y la mortalidad por cáncer de pulmón y mesotelioma dentro de la cohorte de trabajo de mayor población en Canadá.	Cohorte Longitudinal	12.845 soldadores.	El riesgo excesivo de cáncer de pulmón y mesotelioma puede atribuirse en parte a factores como el tabaquismo y el asbesto. Las exposiciones específicas para la soldadura pueden aumentar los riesgos de cáncer de vejiga y riñón, y se deben investigar las fuentes particulares de exposición.

Tabla 3
Principales características de los artículos relacionado con la mortalidad en trabajadores de la industria automovilística (n=2).

Primer autor Año de publicación Referencia	País	Objetivo del estudio	Diseño del estudio	Muestra	Resultados principales
Mehta, Amar J. 2010 ⁽¹⁶⁾	Estados Unidos	Investigar si una relación inversa entre el cáncer de pulmón y sintéticos a base de agua y el biocida, como sustitutos de la exposición a la endotoxina, está relacionado con la mortalidad en trabajadores de la industria automovilística, a través de un seguimiento prolongado de los trabajadores.	Casos y Controles	46.399 trabajadores de la fabricación de automóviles.	El efecto protector del sintéticos a base de agua contra la mortalidad por cáncer de pulmón persistió durante el período de seguimiento, aunque se atenuó, y se observó solo entre los trabajadores con coexposición al biocida y al sintéticos a base de agua.
Costello, Sadie. 2015 ⁽²²⁾	Estados Unidos	Examinar las disparidades de género y raza en la mortalidad por cardiopatía isquémica relacionada con la exposición a fluidos de metalurgia y en el efecto de sobreviviente de trabajador sano.	Cohorte Longitudinal	39.412 trabajadores, hombres blancos 28.478, hombres negros 6.137, mujeres blancas 3.517, mujeres negras 1.280.	Los trabajadores pueden tener el mismo riesgo etiológico, sin embargo, las trabajadoras negras pueden experimentar más cardiopatía isquémica debido a la exposición de los fluidos.

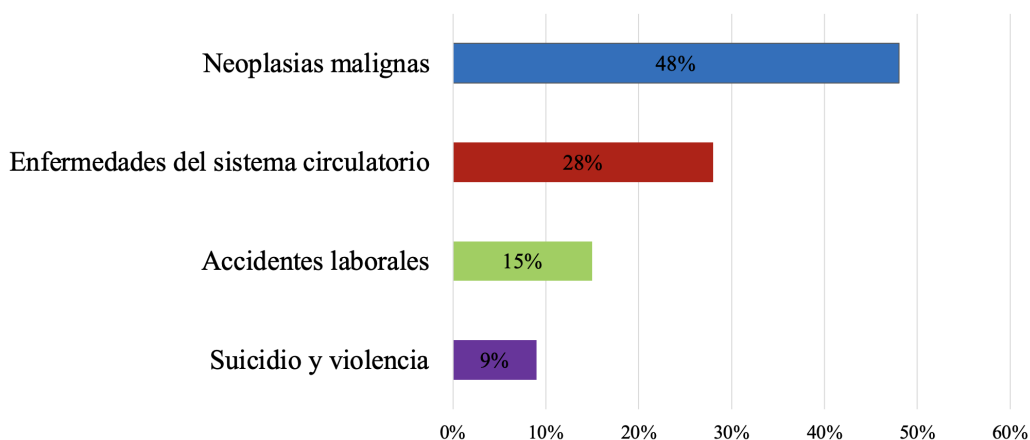
Un estudio estadounidense, por su parte, informó de un mayor riesgo para enfermedades circulatorias, igual que en los estudios europeos⁽²⁵⁾. En el caso de las enfermedades respiratorias, las cohortes industriales de acero inoxidable fueron menores que en los estudios realizados en industrias europeas, al igual que las muertes por accidentes, intoxicaciones, suicidios y violencia^(15,17,27).

En los estudios analizados de los años 2010 y 2011, en general se encontró que la incidencia global de cáncer se mantuvo constante con respecto a los años anteriores (2005-2010), aunque en algunos estudios se

refirió que, en comparación con la población de Estados Unidos, todas las causas y todas las muertes por cáncer aumentaron^(19,23,24). En otros estudios, el riesgo de cáncer de pulmón disminuyó, la incidencia de cáncer de próstata aumentó significativamente y la de cáncer de riñón disminuyó significativamente. Además, no se observaron otros tipos de cánceres en trabajadores de la fundición de ferrocromo o de procesos de fundición de acero inoxidable^(15,18).

La exposición al plomo fue uno de los principales factores de riesgo de los trabajadores de este sector, fundamentalmente asociado con un

Figura 3
Principales causas de muerte en los artículos incluidos en la revisión.



aumento de la mortalidad por ciertos cánceres, hipertensión, enfermedades cardiovasculares y esclerosis lateral amiotrofia (ELA, por sus siglas en inglés)⁽²⁵⁾. Se afirmó que el riesgo relativo de muerte por cáncer de pulmón en sujetos que trabajan en la industria metalúrgica aumenta paralelamente al tiempo de trabajo y al ser trabajadores con más de 30 años de exposición. El hábito de fumar fue determinado como el factor etiológico más importante del cáncer de pulmón, junto con la exposición al plomo^(15,25).

El exceso de jornadas de trabajo extendidas entre diez y doce horas por turnos resultó citado como otro de los factores a tener en cuenta en trabajadores de la industria del metal. Se realizaron estudios teniendo en cuenta varios niveles de exposición según la demanda física del trabajo. Los estudios demostraron que las largas horas de trabajo pueden estar asociadas con trastornos psicomotores causados por la fatiga y por un aumento en el riesgo de lesiones. Diversos estudios concluyeron que las lesiones durante las jornadas laborales prolongadas probablemente continuarán creciendo como otro de los problemas en este sector⁽²⁹⁾.

Dentro de la industria del metal en el sector de la siderurgia, específicamente los soldados parecen ser unos de los más afectados en cuanto a términos de mortalidad. Las principales causas de muerte identificadas están relacionadas con el cáncer y las enfermedades cardiovasculares⁽²⁶⁾. El exceso de mortalidad observado por algunos cánceres se asoció fundamentalmente a la exposición laboral a determinadas sustancias cancerígenas del proceso siderúrgico⁽¹⁴⁾. Las exposiciones dependen de la zona de trabajo en la que se realiza la soldadura, ya sea en un espacio confinado, al aire libre o en los talleres.

Los soldados mostraron una tasa de mortalidad estandarizada alta para cáncer de pulmón y neumonía, y se espera que la cantidad de muertes se acelere^(14,21,26).

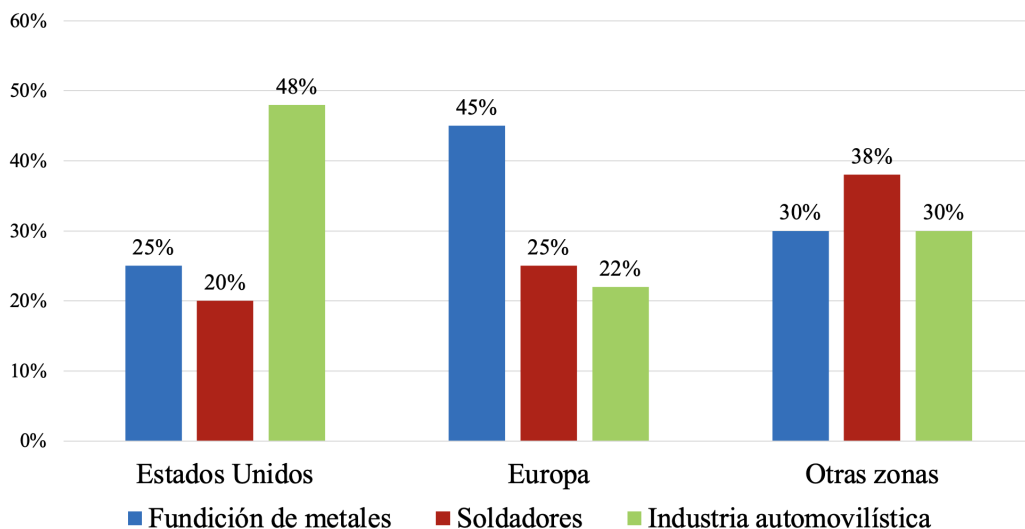
En los artículos relacionados con la industria del automóvil se obtuvieron resultados similares a los encontrados en los artículos referentes a la industria del metal y la soldadura. Las principales causas de mortalidad estuvieron referidas a cánceres del sistema respiratorio

debido a la exposición de los trabajadores a aditivos, aceites minerales y fluidos de mecanizado. Los estudios refirieron otras causas asociadas al cáncer rectal, laringeo y prostático.

Se ha podido identificar de forma general, según los artículos analizados, que según la región del mundo el porcentaje de mortalidad respecto a la ocupación varía. Esto es debido

a que en función de la zona geográfica una actividad laboral se desarrolla más que en otra. En la **figura 4** se presenta un gráfico que resume esta característica. En Estados Unidos, de las ocupaciones identificadas, la más desarrollada es la industria del automóvil, por lo que tiene mayor predisposición a la mortalidad en este sector. Lo mismo ocurre con el caso de la fundición del metal, que se desarrolla más en la zona europea.

Figura 4
Mortalidad por ocupación del trabajador según procedencia de los artículos.



DISCUSIÓN

Este estudio se centra en las principales causas y factores que influyen en la mortalidad de los trabajadores de la industria metalúrgica. Los resultados de la revisión bibliográfica sugieren que las principales causas de muerte en los trabajadores de este sector se corresponden con enfermedades de tipo cancerígenas (fundamentalmente, el cáncer de pulmón), enfermedades del sistema circulatorio, accidentes laborales y suicidio.

El cáncer del pulmón es una de las principales enfermedades malignas entre los trabajadores del metal. Diversos estudios informan de una interacción con el tabaquismo y la mortalidad por cáncer de pulmón. Los resultados presentados apoyan un modelo de riesgo relativo multiplicativo entre el consumo de tabaco y la duración del trabajo. En los análisis en los que se tuvo en cuenta el hábito de fumar, los valores de las razones de mortalidad estandarizada (SMR, por sus siglas en inglés) para los no fumadores se subestimaron, porque en la

población estándar utilizada aproximadamente el 80% de los sujetos eran fumadores⁽³⁰⁾.

Otro estudio refiere que la exposición dérmica, en contraste con la exposición por inhalación, al diisocianato de tolueno se espera que sea mayor en los trabajos finales y puede desempeñar un papel en el aumento observado en la mortalidad por cáncer de pulmón⁽²⁴⁾.

Un estudio realizado en Estados Unidos muestra que la mortalidad por suicidio entre los trabajadores expuestos al metal fue el doble de la mortalidad esperada (SMR=2,1; IC95%: 1,4 a 2,7) respecto al estándar de la población general⁽¹⁷⁾. Otro estudio hace referencia a que el suicidio es un problema de salud importante que se sabe que afecta desproporcionadamente a los empleados en ocupaciones manuales, incluidos los trabajadores de la construcción y la metalurgia, y considera el lugar de trabajo como un entorno factible en el que implementar programas de control para la prevención del suicidio⁽³¹⁾.

Se describen diferentes factores que pueden explicar que los trabajadores referentes a este sector estén en una situación de mayor vulnerabilidad a enfermedades que pueden ocasionarles la muerte, respecto a los trabajadores de otros sectores de la industria, lo que explica el exceso de problemas de salud identificados^(10,32). Entre los factores que influyen en esta situación destacan, por las peores condiciones del trabajo, aquellos debidos a las largas jornadas o la falta de condiciones adecuadas de una contratación laboral. Así, por ejemplo, los trabajadores aceptan trabajos con peores condiciones de contrato debido a la situación económica propia o de los familiares^(29,33).

A estos factores de riesgo hay que añadir los que son propios de la carga mental o de la organización del trabajo. En el sector de la industria metalúrgica, los trabajadores desempeñan tareas que implican altas demandas en los

niveles de atención, a los que en muchas ocasiones se suman requerimientos de altos ritmos y repetitividad. Un aspecto a tener en cuenta es que en muchos casos el trabajador es consciente de que la actividad laboral que realiza influye en su salud^(16,21).

En el caso de los artículos analizados se identifican una serie de limitaciones. Los datos de mortalidad con los que se trabaja en los artículos dependen directamente de la evaluación o los informes médicos realizados, por lo que es complicado evaluar la relación entre el trabajo y la salud⁽³⁴⁾.

Otra limitación de esta revisión bibliográfica reside en que sólo se incluyeron artículos originales publicados, por lo que podría haber otros tipos de publicaciones que ofrezcan más información referente al tema. Aunque la base de datos consultada, *PubMed*, alberga un volumen importante de información científica publicada sobre el tema, en informes y documentos (literatura gris) u otras bases de datos de salud laboral, como *Scielo* o *Medline*, pudiera encontrarse información que complemente la investigación realizada.

Entre las últimas limitaciones pudiera estar la relacionada con el hecho de la falta de disponibilidad de otros datos, sobre el estilo de vida o el estado socioeconómico, que permitirían conclusiones adicionales acerca de las características de mortalidad en las comunidades estudiadas. En muchas de las investigaciones analizadas no se disponía de datos de archivo originales ya que, en lugar de informes sobre fallecimientos, los autores utilizaron otras bases de datos existentes. Otra limitación relacionada con el estudio de la mortalidad es el uso de la ocupación en el momento de la muerte, ya que es posible que, a largos períodos, la causa de muerte pudiera estar asociada a la exposición de otra ocupación anterior, en lugar de hacerlo en el momento de la muerte^(34,35,36).

En los estudios analizados no se establece una relación entre la causa de muerte y los riesgos laborales a los que está expuesto el trabajador.

Desde la perspectiva de la aplicación práctica de la salud laboral, los resultados obtenidos en el estudio nos dirigen a la necesidad de prestar suma atención a la formación de los trabajadores desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales y demás derechos laborales. También es importante promover una mayor vigilancia y control por parte de los directivos de las empresas, que estén encaminadas a mejorar la seguridad y la salud de sus trabajadores según la legislación vigente y de acuerdo con las condiciones laborales de puestos y sectores que ocupan los trabajadores.

Desde el punto de vista de la investigación es necesario desarrollar estudios sobre cómo los factores psicosociales y el entorno que rodea al trabajador fuera de la actividad laboral influye directamente en su seguridad, salud y bienestar, ya que se han identificado resultados vinculados a muertes por violencia, estrés laboral y suicidios^(18,23).

BIBLIOGRAFÍA

1. Fox AJ, Collier PF. Low mortality rates in industrial cohort studies due to selection for work and survival in the industry. *Br J Prev Soc Med.* 1976;30(4):225-30.
2. Breslow L, Buechley R, Dunn JE, Linden G. Death certificate statement of occupation: its usefulness in comparing mortalities. *Public Health Rep.* 1956;71(11):1105-11.
3. Doll R, Peto R. The causes of cancer: quantitative estimates of avoidable risks of cancer in the United States today. *J Natl Cancer Inst.* 1981;66(6):1191-308.
4. García García AM, Gadea Merino R, López Martínez V. [Estimate of the mortality rate attributable to occupational diseases in Spain, 2004]. *Rev Esp Salud Publica.* 2007;81:261-70.
5. García García AM, Gadea Merino R. [Estimation of morbidity and mortality through occupational diseases in Spain]. *Arch Prev Riesgos Labor.* 2004;7(1): 3-8.
6. Moya Laos M. Las estadísticas del sector del metal en España. *Rev Estadística Sociedad.* 2011; 44:18-20.
7. Omrane F, Gargouri I, Khadhraoui M, Elleuch B, Zmirou-Navier D. Risk assessment of occupational exposure to heavy metal mixtures: a study protocol. *BMC Public Health.* 2018;18:314.
8. Larese Filon F, Bello D, Cherrie JW, Sleeuwenhoek A, Spaan S, Brouwer DH. Occupational dermal exposure to nanoparticles and nano-enabled products: Part I-Factors affecting skin absorption. *Int J Hyg Environ Health.* 2016;219(6):536-4.
9. Bezerra PN, Vasconcelos AGA, Cavalcante LLA, Marques VBDV, Nogueira TNAG, Holanda MA. Hard metal lung disease in an oil industry worker. *J Bras Pneumol.* 2009;35(12):1254-8.
10. Gallagher RP, Threlfall WJ. Cancer mortality in metal workers. *Can Med Assoc J.* 1983;129(11):1191-4.
11. Burdorf A, Naaktgeboren B, Post W. Prognostic factors for musculoskeletal sickness absence and return to work among welders and metal workers. *Occup Environ Med.* 1998;55(7):490-5.
12. Gómez-Luna E, Fernando-Navas D, Aponte-Mayor G, Betancourt-Buitrago LA. Literature review methodology for scientific and information management, through its structuring and systematization. *DYNA.* 2014;81(184):158-63.
13. Liu W, Jiang C, Lam TH, Zhang W, Hedley HA, Zhu C et al. [An analysis of the main causes of death in different industrial systems in Guangzhou]. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi.* 2002;20(4):289-92.

14. Steenland K. Ten-year update on mortality among mild-steel welders. *Scand J Work Environ Health*. 2002;28(3):163-7.
15. Marsh GM, Youk AO, Buchanich JM, Erdal S, Esmen NA. Work in the metal industry and nasopharyngeal cancer mortality among formaldehyde-exposed workers. *Regul Toxicol Pharmacol*. 2007;48(3):308-19.
16. Mehta AJ, Malloy EJ, Applebaum KM, Schwartz J, Christiani DC, Eisen EA. Reduced lung cancer mortality and exposure to synthetic fluids and biocide in the auto manufacturing industry. *Scand J Work Environ Health*. 2010;36(6):499-508.
17. Figgs LW, Holsinger H, Freitas SJ, Brion GM, Hornung RW, Rice CH et al. Increased suicide risk among workers following toxic metal exposure at the Paducah gaseous diffusion plant from 1952 to 2003: a cohort study. *Int J Occup Environ Med*. 2011;2(4):199-214.
18. Huvinen M, Pukkala E. Cancer incidence among Finnish ferrochromium and stainless steel production workers in 1967-2011: a cohort study. *BMJ Open*. 2013;3(11):e003819.
19. Welch L, Dement J, West G. Mortality among sheet metal workers participating in a respiratory screening program. *Am J Ind Med*. 2015;58(4):378-91.
20. Gibb HJ, Lees PSJ, Wang J, Grace O'Leary K. Extended followup of a cohort of chromium production workers. *Am J Ind Med*. 2015;58(8):905-13.
21. Zamanian Z, Mortazavi SMJ, Asmand E, Nikeghbal K. Assessment of Health Consequences of Steel Industry Welders' Occupational Exposure to Ultraviolet Radiation. *Int J Prev Med*. 2015;6:123.
22. Costello S, Picciotto S, Rehkopf DH, Eisen EA. Social disparities in heart disease risk and survivor bias among autoworkers: an examination based on survival models and g-estimation. *Occup Environ Med*. 2015;72(2):138-44.
23. Huvinen M, Pukkala E. Cause-specific mortality in Finnish ferrochromium and stainless steel production workers. *Occup Med (Lond)*. 2016;66(3):241-6.
24. Pinkerton LE, Yiin JH, Daniels RD, Fent KW. Mortality among workers exposed to toluene diisocyanate in the US polyurethane foam industry: Update and exposure-response analyses. *Am J Ind Med*. 2016;59(8):630-43.
25. Bertke SJ, Lehman EJ, Wurzelbacher SJ, Hein MJ. Mortality of lead smelter workers: A follow-up study with exposure assessment. *Am J Ind Med*. 2016;59(11):979-86.
26. MacLeod JS, Harris MA, Tjepkema M, Peters PA, Demers PA. Cancer Risks among Welders and Occasional Welders in a National Population-Based Cohort Study: Canadian Census Health and Environmental Cohort. *Saf Health Work*. 2017;8(3):258-66.
27. Marsh GM, Buchanich JM, Zimmerman S, Liu Y, Balmert LC, Graves J et al. Mortality Among Hardmetal Production Workers: Pooled Analysis of Cohort Data From an International Investigation. *J Occup Environ Med*. 2017;59(12):e342-64.
28. Bachelet VC. Work-related injuries resulting in death in Chile: a cross-sectional study on 2014 and 2015 registries. *BMJ Open*. 2018;8(6):e020393.
29. Friedman LS, AlMBERG KS, Cohen RA. Injuries associated with long working hours among employees in the US mining industry: risk factors and adverse outcomes. *Occup Environ Med*. 2019;76(6):389-95.
30. Chau N, Benamghar L, Pham QT, Teculescu D, Rebstock E, Mur JM. Mortality of iron miners in Lorraine (France): relations between lung function and respiratory symptoms and subsequent mortality. *Br J Ind Med*. 1993;50(11):1017-31.
31. King TL, Gullestrup J, Batterham PJ, Kelly B, Lockwood C, Lingard H et al. Shifting Beliefs about Suicide: Pre-Post Evaluation of the Effectiveness of a

- Program for Workers in the Construction Industry. *Int J Environ Res Public Health*. 2018;15(10).
32. Beaumont JJ, Weiss NS. Mortality of welders, shipfitters, and other metal trades workers in boilermakers Local No. 104, AFL-CIO. *Am J Epidemiol*. 1980;112(6):775-86.
33. Hassani S, Yazdanparast T, Seyedmehdi SM, Ghaffari M, Attarchi M, Bahadori B. Relationship of occupational and non-occupational stress with smoking in automotive industry workers. *Tanaffos*. 2014;13(2):35-42.
34. Williams GM, Najman JM, Clavarino A. Correcting for numerator/denominator bias when assessing changing inequalities in occupational class mortality, Australia 1981-2002. *Bull World Health Organ*. 2006;84(3):198-203.
35. Biddle EA, Kisner SM. Denominator effects on traumatic occupational fatality incidence rates. *Stat Bull Metrop Insur Co*. 1998;79(1):28-36.
36. Blakely T, Fawcett J. Bias measuring mortality gradients by occupational class in New Zealand. *N Z Med J*. 2005;118(1208):U1253.