



Organisation  
mondiale de la Santé

En junio de 2022, 25 científicos de ocho países se reunieron en la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) en Lyon, Francia, para finalizar su evaluación de la carcinogenicidad de la exposición ocupacional como bombero. Esta evaluación se publicará en el Volumen 132 de la Monografías IARC.<sup>1)</sup>

La exposición ocupacional como bombero ha sido clasificada como 'carcinogénica para humanos' (grupo 1) en base a evidencia 'suficiente' de cáncer en humanos. El grupo de trabajo concluyó que había pruebas "suficientes" en humanos para el mesotelioma y el cáncer de vejiga. Hubo pruebas "limitadas" en los hombres para los cánceres de colon, próstata y testículo, así como para el melanoma y el linfoma no Hodgkin. También hubo evidencia mecánica "fuerte" de que la exposición ocupacional como bombero muestra las siguientes características clave de carcinógenos en humanos expuestos: "es genotóxico", "induce alteraciones epigenéticas", "induce estrés oxidativo", "induce inflamación crónica" y "modula los efectos mediados por receptores". La evidencia de cáncer en modelos animales experimentales fue "inadecuada" ya que no había estudios disponibles.

La exposición ocupacional como bombero es compleja e incluye una variedad de peligros que resultan de incendios y eventos no relacionados con incendios. Los bomberos pueden tener una variedad de funciones, responsabilidades y trabajos (por ejemplo, a tiempo completo, a tiempo parcial o como voluntarios) que varían mucho de un país a otro y cambian a lo largo de su carrera. Los bomberos responden a varios tipos de incendios (p. ej., incendios estructurales, de vegetación y de vehículos) y otros eventos (p. ej., accidentes de vehículos, incidentes médicos, fugas de materiales peligrosos y derrumbes de edificios). Los incendios forestales invaden cada vez más las zonas urbanas. Cambios en los tipos de incendios, materiales de construcción,

Los bomberos pueden estar expuestos a los productos de combustión de los incendios (p. ej., hidrocarburos aromáticos policíclicos [PAH] y partículas), materiales de construcción (p. ej., amianto),

---

<sup>1</sup>[Carcinogenicidad de la exposición ocupacional como bombero - The Lancet Oncology](#)



productos químicos en espumas contra incendios (por ejemplo, sustancias perfluoradas y polifluoradas [PFAS]), retardantes de llama, gases de escape de diésel y otros peligros (por ejemplo, trabajo nocturno y radiación ultravioleta u otros). La absorción de efluentes de incendios u otras sustancias químicas puede ocurrir por inhalación y absorción por la piel y posiblemente por ingestión. Los bomberos confían en el PPE para reducir sus exposiciones. El aparato de respiración autónomo se usa a menudo durante las actividades de extinción de incendios que involucran estructuras o vehículos, pero con menos frecuencia durante la extinción de incendios forestales, donde los bomberos pueden desplegarse en incendios forestales varias veces al año y permanecer cerca del fuego durante varias semanas. La absorción de sustancias químicas por la piel puede ocurrir incluso entre los bomberos que usan EPP debido a limitaciones en su diseño, ajuste, mantenimiento o descontaminación. Además, las exposiciones pueden ocurrir cuando los bomberos no están combatiendo incendios de forma activa y usando equipo de protección personal.

Desde la anterior clasificación de la extinción de incendios (como "probablemente cancerígena para los humanos", grupo 2B) por parte de la Monografías de la IARCen 2007,<sup>(2)</sup> muchos estudios nuevos han investigado la asociación entre la exposición ocupacional como bombero y el riesgo de cáncer en humanos. En esta revisión se consideraron un total de 52 estudios de cohortes y de casos y controles, 12 informes de casos y siete metanálisis. El grupo de trabajo también realizó un metanálisis que incorporó estudios de cohortes de bomberos publicados hasta junio de 2022. Más de 30 estudios de cohortes no superpuestos que siguieron a los bomberos por cáncer a lo largo del tiempo se consideraron los más informativos para la evaluación y se realizaron en Asia, Europa, América del Norte y Oceanía ( [345](#)).

Con base en la evidencia epidemiológica disponible, el grupo de trabajo concluyó que existe una relación causal entre la exposición ocupacional como bombero y el mesotelioma y el cáncer de vejiga. En el metanálisis se incluyeron siete estudios que examinaron la incidencia de mesotelioma en bomberos. Para estos estudios combinados, el metanálisis del grupo de trabajo estimó un 58 % más de riesgo de mesotelioma (95 % IC 14-120 %) en los bomberos en comparación con la mayoría de las poblaciones generales. La heterogeneidad de la estimación fue baja en todos los

<sup>22</sup>[Carcinogenicidad de la exposición ocupacional como bombero - The Lancet Oncology](#)



grupo de estudio ( $\gamma_2=8\%$ ). La exposición al asbesto en la lucha contra incendios es un agente causante plausible que respalda las asociaciones observadas. Se consideró improbable que la confusión por fuentes de exposición fuera de la extinción de incendios y otros sesgos explicaran la magnitud y consistencia de los resultados del estudio.

Se han observado constantemente asociaciones positivas para la incidencia de cáncer de vejiga en varios estudios de cohortes de bomberos en comparación principalmente con la población general. En el metanálisis de diez estudios de grupos de trabajo, la estimación del aumento del riesgo fue pequeña (16 %), pero fue estadísticamente precisa y tuvo una heterogeneidad baja (95 % IC 8-26 %,  $\gamma_2=0$ ). Esta estimación fue consistente con otros dos estudios de cohortes de mejor calidad sobre la incidencia del cáncer que usaron una definición ligeramente ampliada de cáncer de vejiga y con los resultados de los estudios de mortalidad por cáncer de vejiga. Además, se consideró probable la confusión negativa por el tabaquismo, ya que en la mayoría de los estudios se observaron menores riesgos de cáncer de pulmón en los bomberos, y puede haber llevado a subestimar las asociaciones para el cáncer de vejiga en comparación con la población general. En un estudio de cohorte combinado de EE. UU., (4) la asociación positiva en los análisis de exposición-respuesta con el ajuste por la duración del empleo sugirió que el sesgo de sobreviviente del trabajador sano puede haber atenuado las asociaciones en otros estudios que no tenían tal ajuste. La exposición de los bomberos a carcinógenos de la vejiga humana conocidos y sospechosos (p. ej., HAP y hollín) se consideró un agente causante plausible para respaldar las asociaciones observadas para el cáncer de vejiga.

Se observaron asociaciones positivas creíbles para los cánceres de colon, próstata y testículo, así como para el melanoma y el linfoma no Hodgkin, según las estimaciones de los estudios de cohortes incluidos en el metanálisis y teniendo en cuenta la mayor cantidad de evidencia. Sin embargo, el sesgo resultante del aumento de la vigilancia médica y la detección entre los bomberos, o la confusión debido a las características físicas y el estilo de vida, no pueden descartarse razonablemente como explicaciones de los resultados positivos. Las preocupaciones sobre el sesgo de vigilancia fueron particularmente importantes para los cánceres más comúnmente indolentes o examinados, como el de próstata y colon, que fueron respaldados por la observación de



la incidencia. Para algunos de estos tipos de cáncer, la alta heterogeneidad en las estimaciones del metanálisis, los resultados positivos inconsistentes de los estudios informativos o la poca evidencia de exposiciones a la extinción de incendios que se sabe que están asociadas con estos tipos de cáncer también redujeron la confianza en una conclusión causal. Por estas razones, se ha llegado a una determinación de evidencia "limitada" para estos cinco tipos de cáncer.

La evidencia de cáncer humano para todos los demás tipos de cáncer fue "inadecuada", incluidos los cánceres de pulmón y tiroides. Las tasas de incidencia y mortalidad por cáncer de pulmón fueron más bajas en los bomberos que en la población general en la mayoría de los estudios y en el metanálisis; Se supuso probable la confusión negativa por el tabaquismo y el sesgo de contratación de trabajadores sanos. El sesgo de vigilancia se consideró una explicación probable de la mayor tasa de incidencia de cáncer de tiroides observada en los bomberos en comparación con la población general.

La evaluación de la evidencia mecanicista se basó en exposiciones asociadas con el combate de incendios estructurales y de vegetación, y el empleo como bombero. Se ha observado evidencia constante y consistente de efectos genotóxicos en bomberos: se ha encontrado un aumento en la frecuencia de aductos de PAH-DNA en sangre; los aumentos en la mutagenicidad urinaria, el daño del ADN en la sangre y la frecuencia de micronúcleos en las células orales se han asociado con exposiciones relacionadas con la extinción de incendios. También se ha observado genotoxicidad en sistemas experimentales relevantes: extractos orgánicos de emisiones de combustión relevantes para la exposición al control de el fuego aumentó la frecuencia de micronúcleos en una línea celular humana y mutaciones en bacterias. Se ha observado evidencia de efectos epigenéticos en bomberos, con base en cambios en la metilación del ADN sanguíneo en loci de genes relacionados con el cáncer.

Los estudios de asociación de todo el epigenoma en bomberos han mostrado cambios persistentes en la metilación del ADN asociados con indicadores de exposición acumulada y alteraciones de la metilación del ADN asociadas con años de servicio o niveles de PFAS en sangre. También se han observado alteraciones relacionadas con la exposición en la expresión de microARN asociados con el cáncer en la sangre de los bomberos. La exposición ocupacional como bombero ha inducido daño oxidativo relacionado con la exposición al ADN en la sangre y



marcadores de estrés oxidativo en orina. Se ha observado inflamación aguda y persistente en bomberos.

Los marcadores inflamatorios sistémicos y de las vías respiratorias, como IL-6 e IL-8, se han asociado con exposiciones relacionadas con la extinción de incendios. Además, se han informado disminuciones de la función pulmonar asociadas con cambios en los marcadores inflamatorios e hiperreactividad de las vías respiratorias asociada a la exposición en bomberos. Una minoría del grupo de trabajo consideró que la evidencia de inflamación crónica era solo sugestiva; sin embargo, la mayoría consideró la evidencia consistente y consistente para esta característica clave. Se ha encontrado evidencia consistente y consistente de que la exposición ocupacional como bombero modula los efectos mediados por receptores, como lo demuestra la activación del receptor de hidrocarburo de arilo.<sup>3</sup>

International Agency for Research on Cancer  
World Health Organization

### IARC MONOGRAPHS VOL. 132: OCCUPATIONAL EXPOSURE AS A FIREFIGHTER

**Occupational exposure as a firefighter is carcinogenic to humans (Group 1) on the basis of sufficient evidence for cancer in humans**

GROUP  
**1**

GROUP  
2A

GROUP  
2B

GROUP  
3

The IARC Monographs classification indicates the level of certainty that an agent can cause cancer (*hazard identification*)

Higher level of certainty  Lower level of certainty

Cancer types with *sufficient evidence* for cancer in humans:

Mesothelioma

Bladder cancer

Cancer types with *limited evidence* for cancer in humans:

Colon cancer

Prostate cancer

Testicular cancer

Melanoma of the skin

Non-Hodgkin lymphoma

**Strong mechanistic evidence in exposed firefighters**

Genotoxicity

Epigenetic alterations

Oxidative stress

Chronic inflammation

Modulation of receptor-mediated effects

Exposures of firefighters include combustion products, diesel exhaust, building materials, asbestos, chemicals, shift work, ultraviolet radiation

**Firefighters respond to various types of fire**

Structure

Wildland

Vehicle

<sup>3</sup>[Carcinogenicidad de la exposición ocupacional como bombero - The Lancet Oncology](#)