

Utilidades de las matrices empleo-exposición para la investigación y la gestión en prevención de riesgos laborales en España

**Ana M García
M Carmen González-Galarzo
Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud
Diciembre 2010**

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| 1. Matrices empleo-exposición: concepto | 3 |
| 2. Tipos de matriz empleo-exposición | 4 |
| 3. Las celdas o información en la matriz empleo-exposición | 7 |
| 4. Implicación institucional en la construcción de matrices empleo-exposición | 8 |
| 5. Fuentes de información para la construcción de matrices empleo-exposición | 10 |
| 6. Uso de matrices empleo-exposición en la literatura científica | 13 |
| 8. Investigación, gestión de la prevención y matrices de empleo-exposición | 17 |
| 8.1. Usos en investigación epidemiológica | 19 |
| o Fortalezas | 21 |
| o Limitaciones | 22 |
| 8.2. Otros usos en investigación | 25 |
| 8.3. Usos en gestión de la prevención | 26 |
| Bibliografía | 31 |
| Anexo I. Estudios españoles que utilizan matrices de empleo-exposición | 34 |

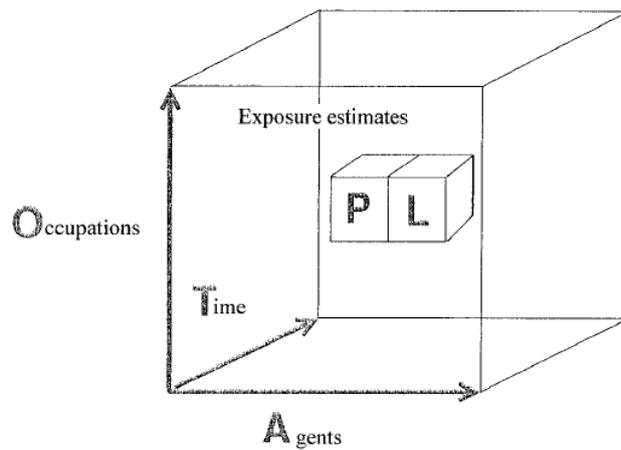
1. Matrices empleo-exposición: concepto

Una matriz empleo-exposición es una herramienta que permite relacionar ocupaciones o puestos de trabajo (por ejemplo "carpintero") con los agentes o exposiciones laborales potencialmente presentes en cada ocupación (por ejemplo, "disolventes", "polvo de madera", "ruido", "posturas forzadas", etc.). La matriz es esencialmente una tabla de conversión que proporciona información de interés (exposiciones a factores de riesgo) cuando el dato disponible (denominación de una ocupación) es el indicador indirecto disponible de dicha información (Armstrong y cols, 1992).

Aunque se citan algunos antecedentes previos (por ejemplo, Reed y Harcourt, 1941; Gamble y Spirtas, 1976 -trabajos originales no disponibles para este informe, citados por otros autores de la bibliografía consultada), la elaboración y uso de matrices empleo-exposición, fundamentalmente para la investigación epidemiológica, se formaliza a partir de los años 80, de la mano de la informatización de las bases de datos necesarias. En este sentido, el primer estudio citado como tal es el de Hoar y cols, publicado en 1980, aunque en este trabajo los autores no utilizan explícitamente el término "matriz empleo-exposición", refiriéndose a su método como un "*occupation and exposure linkage system*" (sistema de enlace entre ocupación y exposición). El interés por la herramienta se generalizó rápidamente, y el *Medical Research Council* del Reino Unido organizó en 1982, en Southampton, el primer encuentro internacional sobre matrices empleo-exposición (citado en Bouyer y Hémon, 1993).

En su forma más simple, una matriz empleo-exposición contiene dos ejes: uno de ocupaciones y otro de exposiciones o agentes. Las matrices pueden incorporar otros determinantes de las condiciones y características de la exposición a los distintos agentes, por ejemplo actividad industrial, periodo de tiempo calendario, sexo o edad del trabajador. En la Figura 1 se reproduce la estructura de la matriz empleo-exposición finlandesa (FINJEM), que incluye los dos ejes fundamentales (ocupación y agente) y un tercero, el periodo temporal, ya que la FINJEM se revisa y actualiza cada tres años (Kauppinen y cols, 1998).

Figura 1. Estructura básica de la matriz empleo-exposición finlandesa (FINJEM)



2. Tipos de matriz empleo-exposición

Según la estructura y contenidos de los ejes externos principales (ocupación y agente), se pueden diferenciar diferentes tipos de matrices empleo-exposición. En función del tipo de matriz se encontrarán también los usos o aplicaciones que pueda hacerse de la misma.

Matrices generales. En el eje de las ocupaciones de la matriz se contemplan todas las categorías o denominaciones de ocupación que pueden darse en una población determinada, habitualmente a nivel nacional y siguiendo una clasificación estándar, por ejemplo un sistema nacional o internacional de clasificación de ocupaciones, como la Clasificación Nacional de Ocupaciones en España (CNO) o la *International Standard Classification of Occupations* de la OIT (ISCO). En el trabajo de Kromhout y Vermeulen de 2001 se encuentra una interesante revisión sobre las 19 matrices empleo-exposición generales existentes entonces. Las matrices empleo-exposición generales son útiles para la investigación, vigilancia o gestión de base poblacional. En la Tabla 1 se presentan ejemplos de la aplicación de este tipo de matrices con distintos objetivos.

Tabla 1. Ejemplos de estudios basados en la aplicación de matrices empleo-exposición (MEE) generales.

| Referencia | MEE | Objetivos |
|------------------------------|-------------------------------------|--|
| Pannett y cols, 1985 | <i>British JEM</i> (Reino Unido) | Evaluar exposiciones laborales de riesgo para cáncer de pulmón en un estudio de casos y controles desarrollado en el Reino Unido |
| De la Hoz y cols, 1997 | <i>NOES JEM</i> (Estados Unidos) | Estimar la prevalencia de exposición a agentes asmógenos de origen laboral en Estados Unidos |
| Nurminen y Karjalainen, 2001 | <i>FINJEM</i> (Finlandia) | Estimar la proporción de muertes anuales relacionadas con exposiciones laborales que ocurren en Finlandia |

Matrices específicas de industria o sector. A diferencia de las matrices generales, las matrices específicas de industria o sector se concentran en la caracterización de las exposiciones laborales en una empresa o sector específico. Por ello limitan su aplicación a estudios o intervenciones centrados en ese ámbito particular. Sin embargo, consecuencia también de esa focalización, suelen ser más detalladas y pueden contener más y mejor información acerca de las exposiciones propias de los trabajadores en dicho ámbito que las matrices generales. En la investigación epidemiológica, resultan especialmente apropiadas para su utilización en estudios de cohortes de trabajadores. En el trabajo de Goldberg y cols. de 1993 se revisan los usos y características de este tipo de matrices. En la Tabla 2 se presentan ejemplos de la aplicación de este tipo de matrices.

Tabla 2. Ejemplos de estudios basados en la aplicación de matrices empleo-exposición (MEE) específicas de industria o sector.

| Referencia | MEE | Objetivos |
|---------------------------|-----------------------------------|--|
| Moulin y cols, 1998 | <i>ad hoc</i> (Francia) | Identificar los agentes relacionados con el riesgo de cáncer de pulmón en trabajadores de la industria metalúrgica |
| Delclos y cols, 2007 | NOES adaptado (Estados Unidos) | Evaluar la asociación de asma con exposiciones laborales en profesionales sanitarios |
| García Gómez y cols, 2007 | <i>ad hoc</i> (España) | Describir la exposición histórica a mercurio en los mineros de Almadén. |

Matrices específicas de agente. Tanto las matrices generales como las específicas de industria o sector pueden contemplar en el eje de agentes una relación más o menos amplia de agentes, incluyendo todas las categorías de riesgos laborales o un subgrupo particular de agentes. Al igual que las matrices específicas de industria ganan en especificidad y calidad de la información en relación con el sector en el que se concentran, las matrices empleo-exposición centradas en una determinada categoría de agentes se benefician de mayor detalle en la estimación de las condiciones de exposición a esos agentes. En contrapartida, evidentemente estas matrices son sólo útiles para evaluaciones o estudios sobre el agente en cuestión. En la Tabla 3 se presentan algunos ejemplos de matrices empleo-exposición específicas de agentes.

Tabla 3. Ejemplos de matrices empleo-exposición específicas de agente o categorías de agentes.

| Referencia | Agente |
|-------------------------|--------------------------|
| Johnson y Stewart, 1993 | Organización del trabajo |
| Floderus y cols, 1996 | Campos magnéticos |
| London y Myers, 1998 | Agroquímicos |

| | |
|---------------------------|----------|
| García Gómez y cols, 2007 | Mercurio |
|---------------------------|----------|

Matrices específicas de enfermedad o problema de salud. Es un planteamiento similar al de las matrices específicas de agente; en este caso, se trata de matrices que pueden contemplar diferentes tipos y categorías de agente, pero todos los agentes incluidos comparten su relación con un problema determinado de salud. De hecho, las primeras matrices empleo-exposición generales mostraban una cierta preferencia por agentes cancerígenos (Kromhout y Vermeulen, 2001), y con el tiempo se han ido ampliando los intereses, como se puede ver en los ejemplos incluidos en la Tabla 4.

Tabla 4. Ejemplos de matrices empleo-exposición específicas de enfermedad o problema de salud

| Referencia | Problema de salud |
|---------------------------|----------------------|
| Hoar y cols, 1980 | Cáncer laboral |
| Sunyer y cols, 1998 | Bronquitis crónica |
| van Tongeren y cols, 2002 | Disrupción endocrina |
| Delclos y cols, 2007 | Asma |

3. Las celdas o información en la matriz empleo-exposición

Hasta ahora nos hemos referido a la estructura externa, ejes o armazón de las matrices empleo-exposición. Dichos ejes determinarán la organización de los datos contenidos en la matriz y las aplicaciones que se pueda dar a la misma. Pero la información que aporta la matriz se encuentra en las celdas de la misma, es decir, en los cruces entre ocupación y agente, donde podremos encontrar los datos o información sobre distintas características relacionadas con la exposición laboral al agente en la ocupación correspondiente. Esta información puede también expresarse de formas diversas. Habitualmente, sea cual sea el tipo de matriz empleo-exposición, en las celdas encontraremos estimaciones a una o más de las siguientes características relacionadas con la exposición:

- Nivel o intensidad de la exposición: relacionado con la concentración ambiental de los contaminantes o con la magnitud de otro tipo de exposiciones laborales (por ejemplo, esfuerzo físico o factores psicosociales)
- Proporción de expuestos, prevalencia o probabilidad de la exposición: referido a la proporción de trabajadores en la correspondiente ocupación que están expuestos al correspondiente agente
- Tiempo de exposición: referido a la fracción o proporción del tiempo de trabajo (por ejemplo, referido a una jornada o a un año de trabajo habitual) durante la que el trabajador está expuesto al agente
- Grado de exposición: se define en algunas matrices empleo-exposición como una combinación entre la intensidad de la exposición y la proporción de trabajadores expuestos
- Confianza: valoración de la fiabilidad de las estimaciones que introducidas en la matriz; dependerá de la experiencia de los expertos que participen en la construcción de la matriz y de las fuentes que estén disponibles en relación con el agente y ocupación en cuestión

Todos estos parámetros relacionados con la exposición podrán estar caracterizados en las celdas de la matriz de forma cualitativa (sí/no), ordinal (escalas categóricas con más o menos categorías, por ejemplo intensidad de la exposición baja/moderada/alta) o cuantitativa (por ejemplo, para los niveles de concentración del agente en las unidades correspondientes, o para la prevalencia de exposición en porcentajes numéricos).

4. Implicación institucional en la construcción de matrices empleo-exposición

Aunque algunas matrices empleo-exposición se han construido en base al esfuerzo y recursos disponibles por un grupo de investigadores, hay ejemplos en los que encontramos colaboraciones institucionales especialmente relevantes en el proceso de elaboración de la matriz, lo que sin duda facilita y enriquece el proyecto.

Así, los datos del *National Occupational Hazard Survey* (NOHS) del *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) de los Estados Unidos se han aprovechado para

elaborar una de las primeras y más potentes matrices empleo-exposición generales (Sieber y cols, 1991). El NOHS fue un estudio de campo llevado a cabo por el NIOSH en 1972-1974. El objetivo era describir las condiciones de salud y seguridad en los lugares de trabajo de Estados Unidos y determinar el grado de exposición de los trabajadores a agentes físicos, químicos y biológicos. Para llevar a cabo el NOHS, se seleccionó una muestra de más de 4.600 centros de trabajo de 67 áreas metropolitanas por todo el país, siguiendo un proceso de muestreo estratificado por número de trabajadores en la empresa, sector de actividad y localización geográfica del centro. En la recogida de la información de campo intervinieron 20 observadores, todos ellos ingenieros formados en higiene y previamente entrenados para el proceso, que visitaron todos los centros seleccionados siguiendo una serie de protocolos previamente establecidos para registrar la presencia de contaminantes y otra información relevante. En el proyecto no se contemplaba la realización de medidas ambientales. Se obtuvo información sobre la situación de exposición de los trabajadores a un listado muy copioso de contaminantes (más de 8.000 agentes diferentes), lo que sin duda proporcionaba una imagen de conjunto representativa de las exposiciones laborales de los trabajadores en Estados Unidos en su momento.

Esta línea de trabajo del NIOSH se continuó con el *National Occupational Exposure Survey* (NOES), realizado entre 1981 y 1983. Siguiendo una estrategia similar, se obtuvo información sobre la situación de exposición a cerca de 13.000 agentes en trabajadores en 377 categorías de ocupación diferentes pertenecientes a unos 4.500 centros de trabajo de 522 sectores de actividad distintos por todo el país. Esta información ha sido utilizada, por ejemplo, para estimar la prevalencia de exposición a agentes asmógenos en Estados Unidos (de la Hoz y cols, 1997). Se puede consultar un listado completo de los trabajos e informes relacionados con la matriz del NOES en <http://www.cdc.gov/noes/>.

Por otra parte, en la elaboración de una matriz empleo-exposición para la industria productora de metales duros en Francia (Moulin y cols, 1997), participaron el *Institut National de Recherche et de Sécurité* de Francia (INRS), dos centros universitarios de Medicina del Trabajo y organizaciones sindicales, además de las empresas colaboradoras. En el caso de esta matriz, las estimaciones de ausencia/presencia y nivel de exposición (escala 0-9), frecuencia de la exposición o fracción del tiempo de trabajo expuesto (1: <10%; 2: 10-50%; 3 >50%) y probabilidad de la exposición (o fiabilidad de la información disponible sobre nivel y frecuencia de la exposición, en escala 1-3), se basaron en un

proceso Delphi con un panel de ocho expertos (incluyendo médicos del trabajo, epidemiólogos, higienistas industriales y técnicos responsables en las empresas de interés).

Uno de los casos más evidentes de implicación institucional en el desarrollo y mantenimiento de una matriz empleo-exposición es la matriz finlandesa o FINJEM. El *Finnish Institute of Occupational Health* (FIOH) impulsó la elaboración de la FINJEM y se encarga de su actualización periódica. De hecho, esta matriz se nutre fundamentalmente de las bases de datos del propio FIOH. En el diseño y construcción de la primera versión de la FINJEM participaron inicialmente 14 expertos del FIOH, requiriendo para ello un tiempo total de trabajo de tres años. FINJEM es una de las matrices más rigurosas y completas, una de las más usadas tanto en estudios epidemiológicos como en actividades de vigilancia y control de riesgos laborales en Finlandia, pero también en otros países, y una de las que mantiene, hasta ahora, más sólida infraestructura institucional de apoyo (Kauppinen y cols, 1998; Kauppinen, 2001).

5. Fuentes de información para la construcción de matrices empleo-exposición

Habitualmente, expertos en las condiciones de trabajo y situaciones de exposición a agentes y contaminantes laborales (higienistas industriales, técnicos y prevencionistas en las industrias y lugares de trabajo, médicos del trabajo, ergónomos del trabajo, epidemiólogos laborales, etc.) son los encargados de completar los contenidos (celdas) de la matriz empleo-exposición. Las fuentes utilizadas en este proceso en algunos ejemplos de matrices empleo-exposición se presenta en la Tabla 5.

Las estrategias para la búsqueda de información y las fuentes en las que se basa la información contenida en una matriz no siempre están recogidas con suficiente detalle. Una matriz basada en la "experiencia" del evaluador será representativa de las situaciones que abarque su conocimiento, difíciles de valorar (Bouyer y Hémon, 1993). En muchos casos esa experiencia se completa con la consulta de fuentes bibliográficas. Sin embargo, la descripción de los métodos en los que se ha basado la construcción de muchas matrices,

incluyendo algunas de las recogidas como ejemplo en la Tabla 5, recuerda más el estilo de una *revisión narrativa* que el de una *revisión sistemática*.

Tabla 5. Ejemplos de fuentes utilizadas para construir algunas de las matrices empleo-exposición publicadas

| Referencia | Agentes en la matriz | Fuentes |
|---------------------------|---|--|
| Hoar y cols, 1980 | Cancerígenos | Conocimiento experto Literatura ^a |
| Pannet y cols, 1985 | Químicos, físicos, biológicos | Conocimiento experto Otras MEE Literatura ^a |
| Ferrario y cols, 1988 | Cancerígenos respiratorios | Panel expertos (higienistas, médicos) |
| Sieber y cols, 1991 | Químicos, físicos, biológicos | Inspecciones del <i>National Occupational Hazard Survey</i> (EE.UU.) |
| Kauppinen y cols, 1998 | Químicos, físicos, biológicos, seguridad, ergonómicos, psicosociales | Conocimiento experto Literatura ^a Bases de datos del FIOH ^b Encuestas de condiciones de trabajo |

a Informes institucionales, manuales técnicos, revistas científicas

b *Finnish Institute of Occupational Health*

Algunas matrices (Kauppinen y cols, 1998) incorporan en la propia herramienta las estimaciones de exposición junto a la relación de las fuentes en las que se ha basado el experto. Este procedimiento resulta evidentemente mucho más riguroso y útil para revisar o aplicar la matriz en diferentes contextos.

La Tabla 6 incluye un listado de fuentes potenciales de consulta y uso para la construcción de matrices de empleo-exposición. Esta tabla se ha elaborado pensando en las fuentes y recursos disponibles en España, y en concreto en relación con el Proyecto MatEmESp, actualmente en desarrollo, y cuyo objetivo es la construcción de una matriz empleo-

exposición general española (García y cols, 2010). La matriz empleo-exposición española (MatEmESp) pretende cubrir todas las categorías de riesgos (seguridad, higiene, ergonomía, psicosociales) para todas las ocupaciones del sistema nacional de clasificación de ocupaciones en España (CNO94).

Tabla 6. Ejemplos de fuentes de información que podrían utilizarse para la construcción de una matriz empleo-exposición en España.

- Información en FINJEM
- Evaluaciones de riesgos en empresas españolas
- Estudios o informes específicos sobre exposición a riesgos laborales en empresas españolas
- Registros de accidentes de trabajo, enfermedades profesionales en España
- Resultados de inspecciones de seguridad y salud en el trabajo en España
- Artículos científicos sobre exposición a riesgos laborales en España
- Encuestas a trabajadores españoles
- Otras matrices empleo-exposición disponibles
- Manuales (higiene industrial, medicina del trabajo, toxicología, química, etc.)

6. Uso de matrices empleo-exposición en la literatura científica

Se puede dimensionar el uso de matrices empleo-exposición en la literatura científica a partir de diferentes búsquedas en la base PubMed. Las estrategias seguidas y resultados obtenidos se describen en la Tabla 7.

Tabla 7. Resultados de diferentes búsquedas en PubMed sobre trabajos relacionados con las matrices empleo-exposición (diciembre 2010).

| Objetivo de búsqueda | Términos de búsqueda | Resultados |
|--|---|---|
| Publicaciones con el término "matriz empleo-exposición" en el título | "job exposure matrix" [ti] OR "job exposure matrices" [ti] | <ul style="list-style-type: none"> • n=97 • Cita más antigua en PubMed: Hoar S. Job exposure matrix methodology. J Toxicol Clin Toxicol, 1983-1984. • Cita más reciente en PubMed: Burstyn I. The ghost of methods past: |

| | | |
|--|--|--|
| | | exposure assessment versus job-exposure matrix studies. <i>Occup Environ Med</i> , 2010. |
| Publicaciones con el término "matriz empleo-exposición" en cualquier parte del trabajo | "job exposure matrix" OR "job exposure matrices" | <ul style="list-style-type: none"> • n=514 • Cita más antigua en PubMed: Hoar S. Job exposure matrix methodology. <i>J Toxicol Clin Toxicol</i>, 1983-1984. • Cita más reciente en PubMed: Checkoway y cols. Lung cancer and occupational exposures other than cotton dust and endotoxin among women textile workers in Shanghai, China. <i>Occup Environ Med</i>, 2010. |
| Publicaciones con el término "matriz empleo-exposición" en cualquier parte del trabajo realizados en España o por investigadores españoles | "job exposure matrix" OR "job exposure matrices" AND spain | <ul style="list-style-type: none"> • n=28 • Cita más antigua en PubMed: Mur Pastor P. [Measurement of occupational exposure in the research of cancer etiology]. <i>Gac Sanit</i>, 1989. • Cita más reciente en PubMed: Bosch de Basea y cols. Relationships between occupational history and serum concentrations of organochlorine compounds in exocrine pancreatic cancer. <i>Occup Environ Med</i>, 2010. |

Es evidente que esta aproximación es limitada. PubMed incluye fundamentalmente trabajos publicados en revistas de ciencias de la salud. Muchas publicaciones locales no están en la base (por ejemplo, no incluye ninguna revista de salud laboral publicada en España). También los trabajos de la llamada *literatura gris*, como informes institucionales, quedan fuera, a menos que hayan dado lugar a una publicación científica en las revistas incluidas en PubMed (que, por otra parte, son unos miles e incluyen a todas las revistas principales en el campo de la salud). En relación con la elaboración y el uso de matrices empleo-exposición en sus diferentes aplicaciones (investigación biomédica, pero también vigilancia y control de las condiciones de trabajo y gestión de la prevención a diferentes niveles), puede que algunas fuentes relevantes (como las publicaciones locales o informes institucionales mencionados previamente) hayan quedado excluidos de la búsqueda.

A pesar de todo lo anterior, la búsqueda permite una primera aproximación al uso de las matrices de empleo-exposición en la producción científica. Tal y como se muestra en la tabla, las primeras publicaciones incluyendo el término "matriz de empleo-exposición" trabajos en la literatura internacional aparecen en la década de los años 80, y la producción científica utilizando esta herramienta incluye varios cientos de trabajos desde entonces y hasta la actualidad. Tanto los primeros trabajos como los más recientes incluyen ensayos o revisiones más teóricas sobre la herramienta (por ejemplo, los trabajos de Hoar, Burstyn o Mur) junto a aplicaciones prácticas de la misma (en los ejemplos seleccionados para la tabla, sendos estudios sobre cáncer laboral).

La misma búsqueda limitada a estudios relacionados con trabajadores españoles y/o realizados en España permite una primera evaluación sobre el interés y aplicaciones de las matrices en nuestro país. En este caso, la búsqueda de trabajos se ha completado con estrategias alternativas (búsqueda por nombre de autor). En la Tabla 8 se presenta la relación de todos los estudios localizados, incluyendo información adicional de cada uno de los estudios. Una buena parte de los mismos surge de la colaboración de investigadores españoles en estudios multicéntricos o de cooperación entre diversos países. Todos los estudios de la tabla son investigaciones sobre distintos tipos de cáncer laboral (tumores cerebrales, infantiles, digestivos, respiratorios, etc.) y patología respiratoria relacionada con el trabajo (asma, bronquitis y otros problemas crónicos). La mayoría de las matrices utilizadas en los trabajos revisados han sido desarrolladas para su aplicación en otros países o por expertos de fuera de España, con algunas excepciones. Por ejemplo, la matriz construida para caracterizar la exposición al mercurio en los trabajadores de las minas de Almadén (García y cols, 2007). El estudio de Sunyer y cols. (1998) es también una excepción en este sentido. Se estudia población general española y en la medida de la exposición a los agentes laborales de interés se combinan varias estrategias: una matriz empleo-exposición *ad hoc* construida por expertos holandeses colaboradores en el estudio y una matriz específica en base a la información sobre la exposición proporcionadas en el cuestionario por los trabajadores. En general, con la matriz se obtenían valores más elevados del riesgo, pero ambas aproximaciones producían resultados similares. Por último, en el estudio multicéntrico sobre micosis fungoide (Morales-Suárez-Varela y cols, 2005 y 2006) se construye una matriz en base a la información proporcionada en el cuestionario por los sujetos del estudio, incluyendo población española.

Tabla 8. Estudios relacionados con trabajadores españoles y/o realizados en España en los que se aplican matrices empleo-exposición

| Referencia | Agentes de interés | Efecto de interés | Población estudiada |
|---|--|--|---|
| Bosch de Basea M et al Occup Environ Med 2010 | Organoclorados | Cáncer de páncreas | Casos (España) |
| McHugh MK et al Am J Ind Med 2010 | Asmágenos | Asma | Trabajadores (Estados Unidos) |
| Santibañez et al Eur J Epidemiol 2010 | Carcinógenos | Cáncer de páncreas | Casos y controles (Italia) |
| Arif et al Occup Environ Med 2009 | Asmágenos | Asma | Enfermeras (Estados Unidos) |
| Mirabelli et al Cancer Epidemiol Biomarkers Prev 2009 | Alergenos | Linfoma | Casos y controles (Italia) |
| Delclos et al Am J Epidemiol 2009 | Asmágenos | Asma | Profesionales sanitarios (Estados Unidos) |
| Lope et al Cancer Epidemiol Biomarkers Prev 2008 | Agentes químicos Sensibilizantes | Mieloma múltiple | Cohorte trabajadores (Suecia) |
| Rodríguez et al Chest 2008 | Polvos, gases, humos | COPD | Casos (España) |
| Santibañez et al Occup Environ Med 2008 | Carcinógenos | Cáncer esofágico | Casos y controles (España) |
| Kogevinas et al Lancet 2007 | Asmágenos | Asma | Multicéntrico europeo |
| García et al Occup Environ Med 2007 | Mercurio | | Miñeros (España) |
| Delclos et al Am J Respir Crit Care Med 2007 | Asmágenos | Asma | Profesionales sanitarios (Estados Unidos) |
| Lope et al Scand J Work Environ Health 2006 | Radiaciones ionizantes CEM | Cáncer tiroides | Cohorte trabajadores (Suecia) |
| Morales-Suárez-Varela et al J Occup Environ Med 2006 | Radiación solar | Micosis fungoide | Multicéntrico europeo |
| Morales-Suárez-Varela et al Cancer Causes Control 2005 | HCAH, cromo, CEM, sílice, plaguicidas | Micosis fungoide | Multicéntrico europeo |
| Sunyer et al Am J Respir Crit Care Med 2005 | Polvos, gases, humos | Función pulmonar Bronquitis crónica | Multicéntrico europeo |
| Zock et al J Expo Anal Environ Epidemiol 2004 | Polvos, gases, humos | Asma | Población general España |
| Alguacil et al Int J Cancer 2003 | Agentes químicos | Cáncer páncreas | Casos (España) |
| Berrino et al Cancer Causes Control 2003 | Agentes químicos | Cáncer laríngeo/hipofaríngeo | Multicéntrico europeo |
| Navas-Acién et al Cancer Epidemiol Biomarkers Prev 2002 | CEM Agentes químicos | Gliomas Meningiomas | Cohorte trabajadores (Suecia) |
| Navas-Acién et al Am J Ind Med 2002 | Agentes químicos | Gliomas Meningiomas | Cohorte trabajadores (Suecia) |

| | | | |
|--|---|--|-------------------------------|
| Alguacil et al Carcinogenesis 2002 | Disolventes | Cáncer pancreas | Casos (España) |
| Zock et al Am J Respir Crit Care Med 2001 | Polvos, gases, humos | Función pulmonar Bronquitis crónica | Multicéntrico europeo |
| Pollán et al. Am J Ind Med 2001 | CEM | Cáncer mama | Cohorte trabajadores (Suecia) |
| Alguacil et al. Ann Occup Hyg 2000 | Agentes químicos, físicos, carga física | Cáncer páncreas | Casos y controles (España) |
| 't Mannetje et al. Am J Ind Med 1999 | Polvo madera Polvo cuero | Cáncer sinonasal | Multicéntrico europeo |
| Kogevinas et al. Lancet 1999 | Polvos, gases, humos | Asma | Multicéntrico europeo |
| Burau et al J Expo Anal Environ Epidemiol 1998 | CEM | Leucemia | Trabajadores (Estados Unidos) |
| Sunyer et al. Am J Respir Crit Care Med 1998 | Polvos, gases, humos | Función pulmonar Bronquitis crónica | Población general (España) |
| Cordier et al. Cancer Causes Control 1997 | Disolventes HCPA | Tumor cerebral infantil | Multicéntrico europeo |

CEM: campos electromagnéticos

HCAH: hidrocarburos aromáticos y halogenados

HCPA: hidrocarburos policíclicos aromáticos

En la Tabla 8 se incluye información sobre los agentes de interés en cada estudio. En su mayoría, se trata de contaminantes químicos, alérgenos o cancerígenos, con algunas excepciones (agentes físicos como campos electromagnéticos o radiación solar y carga física). Por último, todos los estudios incluidos en la tabla han sido publicados en revistas no españolas, algunas de muy alto nivel, entre 1997 y 2010.

Las referencias completas de los trabajos sobre matrices empleo-exposición realizados en España se incluyen en el Anexo 1 de este informe.

8. Investigación, gestión de la prevención y matrices de empleo-exposición

La investigación en el campo de la gestión de la prevención de riesgos laborales se puede definir como un proceso sistemático y riguroso de obtención de información relacionada con las condiciones de trabajo, los problemas de salud en los trabajadores y sus determinantes, incluyendo las actividades y estrategias de prevención. En este campo de acción,

fundamentalmente aplicado, y en el que las situaciones y datos necesarios afectan a personas, dicho proceso se basará fundamentalmente en la observación y la medición en situaciones reales de los fenómenos de interés. La epidemiología, como método de investigación observacional de la población y de los factores que influyen sobre su salud, tendrá un campo de aplicación idóneo en el estudio de la salud y el bienestar de los trabajadores.

En un trabajo publicado en la revista Archivos de Prevención de Riesgos Laborales (Pinilla, 2007) un responsable del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo se expresaba al respecto en los siguientes términos:

"... la investigación científica, básica y aplicada, es determinante para contribuir a la mejora del conocimiento sobre seguridad y salud en el trabajo, describiendo las situaciones existentes, diagnosticando causas y efectos y contribuyendo a la elaboración de soluciones preventivas y de innovación tecnológica. También contribuye a dotar de rigor a las decisiones políticas en esta materia. De esta forma, la investigación contribuye a la elaboración de normas y reglamentaciones, a mejoras en la gestión preventiva en las empresas, de sus procedimientos y técnicas empleadas."

En efecto, la disponibilidad de información sobre las condiciones de trabajo y las situaciones de exposición en los trabajadores es necesaria para gestionar y planificar adecuadamente las estrategias y acciones en el campo de la salud y seguridad en el trabajo a todos los niveles. El desarrollo de sistemas de información de calidad en salud laboral (en relación con exposiciones, daños, buenas prácticas, intervenciones, etc.) se señalaba como una de las prioridades para la investigación en salud laboral en España en un documento consensuado por especialistas e investigadores en nuestro país (Benavides y cols, 2008). En este contexto, las matrices empleo-exposición se han definido como un procedimiento o sistema de información que permite ordenar los datos sobre la exposición a riesgos laborales en los lugares de trabajo (Benavides y Ruiz-Frutos, 2000).

Las matrices de empleo-exposición se aplican desde hace años en la investigación epidemiológica sobre las condiciones de trabajo y sus efectos sobre la salud de los trabajadores. En algunos países se utilizan también como herramientas para la vigilancia y el

seguimiento de las políticas preventivas en salud laboral (Kauppinen y cols, 1998). En los siguientes apartados de este informe se revisan los usos y aplicaciones de las matrices empleo-exposición para la investigación y para la gestión de la prevención de riesgos laborales, incluyendo potencialidades escasamente explotadas de esta herramienta todavía poco conocida en nuestro país.

8.1. Usos en investigación epidemiológica

Una parte sustancial de la investigación epidemiológica acerca de los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud de los trabajadores se basa en el análisis de las relaciones entre la ocupación del trabajador y la enfermedad o resultado negativo en salud de interés. Con este objetivo, son frecuentes los estudios que utilizan la información retrospectiva disponible en registros sanitarios, en los que además de la información sobre el problema de salud de interés se pueden encontrar otros datos relevantes, incluyendo la ocupación de los casos. La investigación basada en registros sanitarios, tradicionalmente, se ha focalizado en determinados problemas de salud, y muy particularmente en el cáncer laboral.

Justamente, el uso de matrices empleo-exposición se plantea como alternativa para la medida de la exposición en los estudios epidemiológicos que utilizan la ocupación (*job title*) como indicador de los riesgos potenciales a los que un trabajador puede haber estado expuesto, y las primeras matrices se elaboran para la investigación epidemiológica del cáncer de origen laboral (Hoar y cols, 1980; Pannet y cols, 1985). En efecto, los estudios de epidemiología laboral con frecuencia se han basado en el uso de fuentes de información, como registros de mortalidad, registros de cáncer, registros sanitarios o encuestas en los que se recoge, junto a los datos de salud y otra información personal relevante, la historia laboral del trabajador en términos de las ocupaciones, a veces junto a los sectores productivos correspondientes, en las que el trabajador ha desarrollado su actividad.

En relación con todo lo anterior, en las primeras publicaciones sobre matrices empleo-exposición sistemáticas (informatizadas) disponibles en la literatura científica (Hoar y cols, 1980; Pannet y cols, 1985) se señalan las limitaciones de la información laboral recogida en registros y encuestas, con frecuencia demasiado general y por tanto de limitada

especificidad para la investigación. Hoar y cols. (1980), cuyo trabajo se cita habitualmente como la primera matriz empleo-exposición, describen su propuesta como un sistema de relación (*linkage system*) entre ocupación y exposición con el objetivo de permitir el análisis de los datos laborales en base a la exposición a agentes físicos o químicos en lugar de la industria o puesto de trabajo ocupado por el trabajador. Por su parte, Pannet y cols., refieren el hecho de que la misma exposición puede ocurrir en diferentes ocupaciones y actividades industriales, mientras que en una misma ocupación sólo una proporción de los trabajadores pueden estar expuestos a un determinado agente. La reunión de estos datos en una tabla o matriz que relacione las ocupaciones en un eje con las exposiciones en el otro, claramente incrementa la eficiencia en el uso de la información.

De manera casi simultánea a estos primeros trabajos en torno a las matrices empleo-exposición, se desarrolla otra propuesta con el mismo objetivo, es decir, mejorar las estrategias para caracterizar la exposición a riesgos en los estudios de epidemiología laboral, basada en la evaluación por parte de expertos entrenados de la información disponible en los registros y fuentes correspondientes, caso a caso, aprovechando por tanto al máximo toda la información y permitiendo, en base a la calidad de la misma, matizar diferencias individuales (por ejemplo, según las tareas o lugares de trabajo) en las condiciones de exposición de cada individuo. El trabajo de Siemiatycki y cols. (1981) es el que habitualmente se cita como primer ejemplo en la literatura científica de esta segunda aproximación. Como señalan los mismos autores en un trabajo posterior (Siemiatycki y cols., 1986), a diferencia de la propuesta de Hoar y cols. y Pannet y cols. (una matriz que relaciona de forma automática una serie de agentes con cada ocupación), la estrategia que lanzan Siemiatycki y cols. se basa en el trabajo de evaluación de un equipo de químicos e higienistas que consideran las peculiaridades y detalles en la descripción de la historia laboral de cada sujeto y la relacionan con los agentes y exposiciones de manera individualizada. Esta aproximación, generalmente considerada más válida que el uso de las matrices empleo-exposición, tiene como desventajas principales la necesidad de contar con una descripción detallada de cada historia laboral, generalmente sólo disponible en cuestionarios diseñados *ad hoc*, y el coste en tiempo y recursos empleados (incluyendo la entrevista personal y la evaluación individualizada de cada situación por parte de los expertos). Todo ello dificulta su aplicación en estudios con un elevado número de participantes.

- **Fortalezas**

Como ya hemos indicado, uno de los motores principales para el desarrollo de propuestas como las matrices empleo-exposición (Hoar y cols, 1980) o la evaluación individualizada de la historia laboral por expertos (Siemiatycki y cols, 1981) ha sido la investigación para la identificación de carcinógenos humanos ambientales. Debido a las condiciones habitualmente extremas y mantenidas de exposición a una enorme variedad de agentes químicos y físicos en los lugares de trabajo, la epidemiología laboral ha dedicado notables esfuerzos en este campo. Como señalan Siemiatycki y cols. en uno de sus trabajos (1986), en los años 80 la mayoría de carcinógenos humanos conocidos habían sido descubiertos desde la clínica como resultado de una serie de coincidencias: tipos tumorales poco frecuentes, riesgos relativos elevados, concentración de casos en industrias o colectivos laborales bien definidos, y persistencia y perspicacia clínica suficiente para atar todos los cabos. Este cúmulo de coincidencias es obviamente poco frecuente, cada vez menos con las nuevas estructuras de producción y movilidad laboral, por lo que cabía suponer que quedaban muchos cancerígenos por descubrir a manos de la epidemiología, por no hablar de otros agentes relacionados con otros problemas crónicos de salud.

Feingold y cols. (1992) resumían, en un estudio en el que aplicaban la matriz de Hoar y cols (1980) para evaluar la asociación entre ocupación de los padres y cáncer infantil, las ventajas de utilizar la matriz como indicador de exposición en lugar de basarse exclusivamente en la denominación de las ocupaciones paternas:

- 1) Permite considerar la exposición a agentes específicos (por ejemplo, benceno) en lugar de a las grandes familias de agentes examinados en estudios previos (por ejemplo, ocupaciones con exposición a disolventes)
- 2) El grupo de trabajadores no expuesto en comparación con los expuestos se puede definir como sujetos sin ninguna de las exposiciones bajo sospecha, en lugar de contrastar expuestos y no expuestos a un agente específico
- 3) Se aumenta el poder estadístico mediante la combinación en el grupo de expuestos de individuos con la exposición con distintas ocupaciones

- 4) Los resultados son más fácilmente comparables con los de otros estudios que apliquen la misma matriz empleo-exposición

Junto a otras estrategias, el uso de matrices empleo-exposición en la investigación epidemiológica ha lanzado hipótesis y ha aportado evidencias nuevas sobre la relación salud-trabajo.

- **Limitaciones**

Desde las primeras aplicaciones de las matrices empleo-exposición en estudios epidemiológicos, los investigadores han señalado las limitaciones de esta estrategia. En un estudio de validación (Hinds y cols, 1985), los autores encontraban una baja sensibilidad en la matriz de Hoar y cols. (1980) para identificar carcinógenos laborales confirmados o probables, y por tanto la limitada utilidad de esa herramienta para generar hipótesis en relación con agentes cancerígenos desconocidos. La elaboración de la matriz de Hoar y cols. en base a datos procedentes de lugares y periodos diferentes a los del estudio en el que fue aplicada se indicaba como uno de los posibles motivos de esta discrepancia. La matriz de Hoar y cols. relacionaba ocupaciones y agentes según un sistema de codificación preestablecido, y, en algunos casos, códigos categóricos para el nivel de exposición (en escala 1-3) en función de la información disponible. Como señalaban Hinds y cols., y se repite sistemáticamente en la bibliografía al respecto, una determinada ocupación en una determinada industria en la que se haya constatado exposición, incluso sustancial, a un determinado agente, no implica necesariamente que todas las personas que trabajan en esa ocupación y en esa industria estén expuestos al agente. Determinantes de la exposición, como los distintos procesos de producción seguidos o las medidas de prevención colectivas (por ejemplo, aislamiento o ventilación) o individuales (por ejemplo, prácticas de trabajo o uso de equipos de protección personal) existentes en un contexto particular, conllevan variaciones de la exposición a nivel colectivo e individual, en diferentes periodos y entre los diferentes lugares de trabajo.

Para minimizar este sesgo de clasificación errónea en la medida de la exposición basada en el uso de matrices empleo-exposición, Sieber y cols. (1991) ya señalaban la importancia de disponer de información sobre la prevalencia o proporción de trabajadores expuestos al

agente en cada ocupación. En la matriz empleo-exposición basada en el 1972-1974 *National Occupational Hazard Survey* llevado a cabo por el NIOSH de los Estados Unidos, ilustraban con un ejemplo el margen de error en la asignación de exposición a partir de la matriz empleo-exposición según agente y ocupación: tanto los reparadores de maquinaria industrial en la industria de abastecimientos de agua como los montadores de equipos eléctricos y electrónicos en industrias de comunicaciones están expuestos a plomo metálico. Pero mientras que, según los datos disponibles, los expuestos son casi el 60% de los ocupados en el primer grupo, no llega al 2% en el segundo (Sieber y cols, 1991). La información sobre la *prevalencia* de la exposición al agente en la ocupación correspondiente es fundamental para adecuar los usos y ponderar convenientemente los resultados de las diferentes aplicaciones de una matriz empleo-exposición en investigación epidemiológica.

Otro problema también relacionado con las matrices empleo-exposición es la naturaleza de los datos que se utilizan para su construcción. Con más o menos nivel de detalle (desde la mera constatación de la presencia o ausencia de la exposición a un determinado agente en una determinada ocupación, pasando por el uso de escalas semicuantitativas para definir la intensidad o nivel de dicha exposición -por ejemplo, "baja", "moderada", "alta"-, hasta la caracterización del nivel de exposición mediante indicadores cuantitativos -medias, mínimos y máximos, etc.- en las correspondientes unidades numéricas -ppm, mg/m³, decibelios, etc.), la información proporcionada por la matriz se basa en el conocimiento y experiencia de higienistas industriales y otros técnicos que miden regularmente los niveles de exposición a los distintos agentes en circunstancias reales de trabajo. Sin embargo, con frecuencia estas mediciones se planifican y realizan en aquellos trabajadores, puestos, zonas o circunstancias en los que se prevé que la exposición va a ser más elevada, justamente por ser las situaciones que más pueden necesitar acciones de control. Como resultado de ello, los datos incluidos en la matriz pueden ser representativos de las *peores* situaciones de exposición, y deberán tratarse con precaución como indicadores de exposiciones medias, representativas del conjunto del colectivo de trabajadores agrupado bajo la correspondiente categoría ocupacional (Checkoway y cols, 1989, p.25).

Además de estas limitaciones, la calidad de los resultados obtenidos por la aplicación de una matriz empleo-exposición a una determinada serie de datos (por ejemplo, procedentes de un registro sanitario o de la aplicación de un cuestionario) dependerá siempre de la calidad intrínseca de los datos originales. La información disponible sobre la ocupación en dichas

fuentes es la clave que permitirá relacionar una historia laboral con la exposición a los agentes incluidos en la matriz. Lamentablemente, la información sobre ocupación no suele ser de mucha calidad en los registros sanitarios rutinarios, y tampoco suele cuidarse en exceso en los cuestionarios a menos que exista un interés específico por la situación y antecedentes laborales del encuestado. Con frecuencia la información sobre ocupación al respecto está ausente, es demasiado inespecífica o no cubre adecuadamente el periodo temporal relevante. Sin un mínimo de calidad en la definición de la puerta de entrada (ocupación) a la matriz empleo-exposición para su transformación en la información relevante (exposiciones laborales), en nada puede mejorar la matriz la información existente en la fuente original de datos.

En un estudio de simulación en el que se aplicaba la matriz de Pannet y cols. (1985) a los datos de una investigación epidemiológica sobre cáncer hepático de origen laboral en Finlandia (Kauppinen y cols, 1992), los autores concluían que la capacidad de la matriz empleo-exposición para identificar factores de riesgo de la enfermedad era aceptable siempre que se tratara de exposiciones relativamente frecuentes en los trabajadores del estudio (>10% expuestos) y de que se considerara como expuestas aquéllas ocupaciones que se situaban, según la información proporcionada por la matriz, en los niveles más altos de probabilidad e intensidad de la exposición al agente correspondiente (ambas medidas en escalas categóricas de tres niveles: nula, baja, alta).

A efectos de los potenciales sesgos en las medidas de asociación y del poder estadístico en el estudio de la asociación entre una exposición y un problema de salud basándose en el uso de una matriz empleo-exposición, se ha señalado (Bouyer y Hémon, 1993) que en la matriz es más perjudicial la falta de especificidad (clasificación como expuestos de sujetos que en realidad no lo son) que la falta de sensibilidad (clasificación como no expuestos de sujetos que en realidad están expuestos). Sin embargo, en su uso como herramienta para la vigilancia y la gestión en prevención, puede ser preferible potenciar la sensibilidad frente a la especificidad. La inclusión de información sobre la probabilidad o prevalencia de exposición para cada ocupación puede resolver esta disyuntiva, adecuando el punto de corte en la prevalencia como criterio para identificar a los sujetos "expuestos" según el empleo que se quiera dar a la matriz.

8.2. Otros usos en investigación

Los autores de la matriz empleo-exposición basada en datos del *National Occupational Hazard Survey* del NIOSH (Sieber y cols, 1991), indicaban como uso potencialmente de interés de la misma su enlace con bases de datos o registros en los que se disponga de información sobre características tóxicas (por ejemplo, carcinogenicidad) de los agentes incluidos, lo que permitiría la agrupación de los mismos en categorías relevantes de exposición en relación con los daños o efectos sobre la salud de interés. Por ejemplo, la matriz empleo-exposición del NOHS (que incluye información sobre más de 8.000 agentes diferentes, codificados con números CAS) puede enlazarse con información sobre los agentes disponibles en bases de datos como el RTECS (*Registry of Toxic Effects of Chemical Substances*).

En una investigación francesa interesada en los efectos respiratorios relacionados con contaminantes ambientales (Hsairi y cols, 1992) se utilizó la matriz empleo-exposición británica (Pannet y cols, 1985) para evaluar variaciones en la percepción de la exposición a contaminantes laborales tal y como se recogía en el cuestionario. Aquellos factores que modificaban la fuerza de la asociación entre la exposición asignada por la matriz según la ocupación del trabajador y la referida por el propio trabajador en el cuestionario, se consideraban fuentes de variabilidad en la medida de la exposición a contaminantes laborales utilizando un cuestionario. Las coincidencias entre la información en el cuestionario y la derivada de la aplicación de la matriz eran mayores en hombres que en mujeres, en los trabajadores más jóvenes que en los más mayores y conforme aumentaba el nivel de estudios. Los autores atribuían esas diferencias a deficiencias en la percepción de la exposición por parte de determinados colectivos de trabajadores (Hsairi y cols, 1992). Sin embargo, hay más explicaciones posibles; por ejemplo, la información incluida en las matrices puede estar sesgada o resultar más fiable para unos colectivos de trabajadores que para otros. Este problema se ha señalado, por ejemplo, en relación con el género: podría ser habitual muestrear exposiciones en puestos de trabajo típicamente masculinos que en los ocupados por mujeres, aun estando bajo la misma categoría de ocupación ambos sexos (García Hevia, 2010). Las diferencias entre hombres y mujeres observadas en el estudio de Hsairi y cols. podrían deberse tanto a diferencias de percepción de la exposición entre hombres y mujeres en la misma ocupación como a diferencias en la representatividad por

género de la información incluida en la matriz y, de hecho, a diferencias reales en las condiciones de exposición de hombres y mujeres en la misma ocupación.

Como también han señalado Bouyer y Hémon (1993), las matrices empleo-exposición pueden resultar útiles para abordar la medida de la exposición en estudios epidemiológicos siguiendo justamente la estrategia que, en sus orígenes, se planteaba como alternativa al uso de las matrices. Como hemos señalado previamente, Siemiatycki y cols. (1981) proponen la evaluación de expertos (a veces confusamente denominada matriz empleo-exposición *a posteriori*) como alternativa a las matrices para caracterizar la exposición a riesgos en los estudios de epidemiología laboral (en contraposición, denominadas matrices *a priori*). En la estrategia de evaluación por expertos, expertos entrenados evalúan la exposición aprovechando toda la información disponible sobre la historia laboral de los sujetos de interés (por ejemplo, en cuestionarios específicos). Esta evaluación individualizada, caso a caso, puede matizar diferencias en la exposición dentro de una misma ocupación, por ejemplo, según tareas desempeñadas o prácticas de trabajo. Pues bien, junto a la información disponible en la fuente correspondiente, la matriz empleo-exposición podría también servir al experto como herramienta de ayuda o control para considerar las exposiciones relevantes en cada caso.

8.3. Usos en gestión de la prevención

Aunque es muy probable que existan desde hace mucho tiempo herramientas similares a las matrices empleo-exposición como herramientas para uso interno en la empresa en relación con las actividades de vigilancia y control de la exposición a contaminantes y los daños en la salud de los trabajadores (por ejemplo, Reed y Harcourt, 1941; Gamble y Spirtas, 1976 - trabajos originales no disponibles para este informe, citados por otros autores en la bibliografía), la mayoría de información y publicaciones disponibles sobre las matrices, incluyendo una gran parte de la que se ha revisado y comentado en los apartados previos, se relaciona principalmente con el uso de las matrices en investigación, sobre todo en estudios epidemiológicos.

Sin embargo, algunos autores han señalado también los potenciales usos de las matrices en otros campos más aplicados y directamente relacionados con las acciones de vigilancia y

control en seguridad y salud en el trabajo. Quizás en la presentación de la matriz empleo-exposición finlandesa a la comunidad científica (Kauppinen y cols, 1998) es donde más claramente se defiende el interés de las matrices más allá de su uso en investigación. La FINJEM es una matriz general, con información cuantitativa sobre niveles y prevalencias de exposición a agentes en todas las categorías de riesgos y con un fuerte apoyo institucional por parte del *Finnish Institute of Occupational Health* en su mantenimiento y revisión periódica. La construcción de la primera versión de FINJEM se llevó a cabo a principios de la década de los 90, y desde entonces se ha ido revisando y actualizando periódicamente cada tres años. Los objetivos iniciales de la FINJEM pronto se ampliaron, reconociéndose la utilidad de esta herramienta como instrumento para la evaluación de la exposición en otros estudios epidemiológicos basados en registros poblacionales, así como para la evaluación y control de riesgos laborales en Finlandia. Las sucesivas revisiones y actualizaciones de la FINJEM se utilizan para realizar el seguimiento del estado y evolución a largo plazo de las exposiciones a riesgos laborales a nivel nacional. La FINJEM incluye información sobre la exposición a 74 agentes de naturaleza física (ruido, vibraciones, temperatura, radiaciones, etc.), química (disolventes, metales, polvos minerales, etc.), microbiológica (esporas, bacterias), ergonómica (posturas, manipulación de cargas, movimientos repetidos, etc.) y psicosocial (demandas, control, apoyo, clima social, etc.). El eje de ocupaciones se basa en la Clasificación de Ocupaciones utilizada en el Censo de Finlandia, incluyendo 311 categorías. Fruto de su actualización periódica, FINJEM incluye estimaciones para diferentes periodos temporales. En la FINJEM se incluye también de forma resumida información sobre la procedencia de las estimaciones con las correspondientes referencias bibliográficas y documentales. Esto facilita la revisión y actualización de la matriz, además de aportar fiabilidad y rigor a todo el proceso de construcción y revisión de la misma. Para todo ello, FINJEM cuenta con un fuerte apoyo institucional por parte del *Finnish Institute of Occupational Health* en su mantenimiento y revisión periódica (Guo, 2005; Kauppinen y cols, 1998; Kauppinen, 2001).

Los responsables de FINJEM definen los siguientes usos y aplicaciones de esta herramienta (Kauppinen y cols, 1998):

1. Evaluar la exposición laboral en estudios epidemiológicos grandes basados en registros poblacionales (*occupational epidemiology*)

2. Recoger y sistematizar la información disponible en Finlandia para evaluar globalmente la exposición a riesgos laborales en la población (*hazard control*)
3. Cuantificar la exposición a riesgos laborales a nivel nacional (*risk assessment*)
4. Resumir y tabular el estado y la evolución a largo plazo de la exposición a riesgos laborales en Finlandia (*hazard surveillance*)

Puesto que una matriz empleo-exposición reúne de forma organizada la información sobre las condiciones de exposición a riesgos laborales en un contexto determinado, su interés como herramienta de vigilancia y control en este sentido es obvio. Si además esta información se actualiza periódicamente, la matriz permitirá evaluar los efectos de las intervenciones o estrategias que se lleven a cabo al nivel correspondiente en el que se focalice la matriz (empresa, sector, población).

En España, por ejemplo, es difícil caracterizar con un cierto nivel de precisión y en un momento determinado las situaciones de exposición a los distintos agentes y riesgos laborales, mucho menos hacer un seguimiento de los mismos en el tiempo en respuesta, por ejemplo, a la implementación de normativas, a directrices políticas como la Estrategia Española de Seguridad y Salud en el Trabajo 2007-2012, o a cambios en las estrategias de organismos de control como la Inspección de Trabajo. Resulta difícil establecer prioridades cuando los sistemas de información sobre riesgos y daños son deficientes o incompletos. En nuestro país son ampliamente reconocidas las limitaciones del registro de enfermedades profesionales (Castejón, 2008; García, 1999), que en caso de funcionar correctamente permitiría evaluar la evolución de la incidencia de los daños más inmediatos relacionados con una variedad de riesgos y exposiciones de origen laboral. En España, la única fuente sistemática de obtención de información sobre las condiciones de trabajo a nivel poblacional son las encuestas de condiciones de trabajo, tremendamente útiles en su condición de fuente sistemática y periódica de información, aunque no exentas de problemas y limitaciones (Campos y cols, 2009; Artazcoz, 2003), entre otros el hecho de que las exposiciones son referidas por los propios trabajadores, no siempre conocedores de los riesgos específicos presentes en su lugar de trabajo (Boix y cols, 2006).

Sin embargo, desde la entrada en vigor de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y el Reglamento de los Servicios de Prevención, hace ya más de 10 años, las actividades de evaluación de riesgos en las empresas han conllevado una intensa actividad por parte de los técnicos de prevención en un número considerable de empresas. Fruto de toda esta actividad se ha ido acumulando una gran cantidad información retrospectiva sobre la exposición a riesgos laborales en los lugares de trabajo, que se renueva y actualiza, que cubre todos los sectores laborales y un número sin duda significativo de trabajadores en España. Si se pudiera recopilar y organizar sistemáticamente esa información, por ejemplo en forma de matriz empleo-exposición, se dispondría de una herramienta para la vigilancia, la planificación y la evaluación de la acción preventiva en nuestro país de enorme valor.

Por ejemplo, las evaluaciones de riesgos se podrían planificar en la empresa utilizando como guía la información sobre frecuencia y grado de la exposición a las diferentes categorías de riesgos laborales en el correspondiente sector y ocupaciones contenidos en la matriz. Los resultados de estas evaluaciones se podrían comparar con los valores proporcionados por la matriz a nivel nacional, como referencia. Esta misma información serviría para establecer prioridades y planificar las necesidades preventivas a nivel sectorial, o en los diferentes ámbitos geográficos. La información disponible a nivel de comunidad autónoma se podría comparar con el referente nacional proporcionado por una matriz empleo-exposición general. La actualización periódica de dicha matriz permitiría también evaluar los progresos conseguidos y la eficacia de las acciones preventivas a todos estos niveles.

En el ámbito sanitario, la información recogida en una matriz empleo-exposición puede servir como orientación para transformar la ocupación de una persona en las potenciales exposiciones laborales, y así poder relacionar más fácilmente los problemas de salud existentes con dichas exposiciones, tanto desde la atención primaria como especializada, ayudando a dirigir de manera específica la anamnesis para la búsqueda de posibles causas laborales de los problemas de salud en cuestión. Ello podría contribuir a potenciar un sistema de reconocimiento y notificación de enfermedades relacionadas con el trabajo a nivel poblacional.

Las matrices empleo-exposición también pueden tener aplicación como herramientas de ayuda para orientar de manera adecuada las acciones de vigilancia de la salud en los servicios de medicina del trabajo. Conociendo la ocupación del trabajador, el médico tendría

en la matriz una primera orientación sobre los riesgos y exposiciones relacionados con dicha exposición. Esta utilidad de las matrices empleo-exposición para reconstruir historias laborales a nivel individual ha sido puesta de manifiesto anteriormente (Checkoway y cols, 1989, p.29).

Por último, en el proceso reciente y en progreso de construcción de una matriz empleo-exposición general para población trabajadora española (García y cols, 2010), se ha puesto de manifiesto otro potencial de interés. En este proyecto (Proyecto MatEmESp), financiado por el Instituto de Salud Carlos III y Fondos FEDER (PI081496) y la Generalitat Valenciana (066/2009), colaboran técnicos de distintos servicios de prevención en España. La participación de los expertos de estos servicios en la construcción de la matriz está poniendo de manifiesto dos cuestiones que pueden repercutir positivamente en las prácticas y cultura científica de estos servicios. En primer lugar, se pone en valor la información que se recopila, con fines que van más allá del uso pragmático de dicha información en las actividades preventivas rutinarias en los servicios. En segundo lugar, se está poniendo también de manifiesto la importancia de sistematizar los datos recogidos en bases de datos ordenadas y fácilmente consultables para poder recuperar toda esa información y aprovecharla en sus múltiples potencialidades, siendo la construcción de la matriz la más obvia ahora mismo, pero la visión podría ampliarse a otras aplicaciones, por ejemplo, en el campo de la investigación.

Bibliografía

Armstrong BK, White E, Saracci R. Principles of exposure measurement in epidemiology. Oxford: Oxford University Press; 1992. p. 288-289

Artazcoz L. Encuestas sobre condiciones del trabajo: reflexiones y sugerencias. Arch Prev Riesgos Labor. 2003; 6 (1): 1 - 3.

Benavides FG, Ruiz-Frutos C. Sistemas de información en salud laboral. En: Benavides FG, Ruiz-Frutos C, García AM (editores). Salud laboral: conceptos y técnicas para la prevención de riesgos laborales (2ª edición). Barcelona: Editorial Masson; 2000. p. 214.

Benavides FG, Maqueda J, Rodrigo F, Pinilla J, García AM, Ronda E, Ordaz E, Ruiz-Frutos C. Prioridades de investigación en salud laboral en España. Arch Prev Riesgos Labor. 2008; 11:98-100.

Boix P, Gil JM, Izquierdo R. ¿Conocen los trabajadores los riesgos de las sustancias químicas que utilizan? Un estudio exploratorio en una pequeña empresa de recubrimientos electrolíticos. Arch Prev Riesgos Labor 2006; 9 (2): 77-80.

Bouyer J, Hémon D. Retrospective evaluation of occupational exposures in population-based case-control studies: general overview with special attention to job exposure matrices. Int J Epidemiol. 1993; 22 (Suppl. 2): S57-S64.

Campos J, Almodóvar A, Pinilla J, Benavides FG. Recomendaciones metodológicas para el diseño de encuestas de condiciones de trabajo y salud. Arch Prev Riesgos Labor 2009; 12 (4): 195-98.

Castejón J. Enfermedades relacionadas con el trabajo: ¿un reto para la atención primaria? Aten Primaria. 2008;40(9):439-46.

Checkoway H, Pearce NE, Crawford-Brown DJ. Research methods in occupational epidemiology. Oxford: Oxford University Press; 1989.

De la Hoz RE, Young RO, Pedersen DH. Exposure to potential occupational asthmagens: prevalence data from the National Occupational Exposure Survey. Am J Ind Med. 1997;31:195-201.

Delclos GL, Gimeno D, Arif AA, Burau KD, Carson A, Lusk C, y cols. Occupational risk factors and asthma among health care professionals. Am J Respir Crit Care Med. 2007; 175: 667-75.

Feingold L, Savitz DA, John EM. Use of a job-exposure matrix to evaluate parental occupation and childhood cancer. Cancer Causes Control. 1992; 3: 161-9.

Ferrario F, Continenza D, Pisani D, Magnani C, Merletti F, Berrino F. Description of a job-exposure matrix for sixteen agents which are or may be related to respiratory cancer. In: Hogstedt C, Reuterwass C, editors. Progress in occupational epidemiology. Amsterdam: Elsevier Science Publishers; 1988. p. 379-82.

Floderus B, Persson T, Stenlund C. Magnetic-field Exposures in the Workplace: Reference Distribution and Exposures in Occupational Groups. *Int J Occup Environ Health*. 1996; 2: 226-38.

García AM, Gonzalez-Galarzo MC, Benavides FG, Delclòs J, Gadea R, Jiménez R. Proyecto MatEmESp: construcción de una matriz empelo-exposición española. *Gac Sanit*. 2010;24(Especial congreso 2): 36.

García M. ¿Y para cuándo las enfermedades profesionales? *Arch Prev Riesgos Labor*. 1999;2:1-3.

García Gómez M, Caballero Klink JD, Boffetta P, Español S, Sällsten G, Gómez Quintana J. Exposure to mercury in the mine of Almaden. *Occup Environ Med*. 2007;64(6):389-95.

García Hevia O. Riesgo químico y mujeres: ¿el género importa en la prevención de riesgos laborales? *Arch Prev Riesgos Labor*. 2010; 13 (3): 125-127

Goldberg M, Kromhout H, Guénel P, Fletcher AC, Gérin M, Glass DC, Heederik D, Kauppinen T, Ponti A. Job Exposure Matrices in Industry. *Int J Epidemiol*. 1993;22(Suppl 2):S10-S15.

Guo JH. Finnish national job-exposure matrix (FINJEM) in register-based cancer research. *People and Work*. Research Report 69. Helsinki: FIOH; 2005.

Hoar SK, Morrison AS, Cole P, Silverman DT. An occupational and exposure linkage system for the study of occupational carcinogenesis. *J Occup Med*. 1980; 22: 722-6.

Johnson JV, Stewart WF. Measuring work organization exposure over the life course with a job-exposure matrix. *Scand J Work Environ Health*. 1993;19:21–28.

Kauppinen TP, Mutanen PO, Seitsamo JT. Magnitude of misclassification bias when using a job-exposure matrix. *Scand J Work Environ Health*. 1992; 18: 105-12.

Kauppinen T, Toikkanen J, Pukkala E. From cross-tabulations to multipurpose exposure information systems: a new job-exposure matrix. *Am J Ind Med*. 1998; 33: 409-17.

Kauppinen T. Finish occupational exposure databases. *Appl Ind Hyg*. 2001; 16: 154-8.

Kromhout H, Vermeulen R. Application of job-exposure matrices in studies of the general population: some clues to their performance. *Eur Respir Rev*. 2001;11:80–90.

London L, Myers JE. Use of a crop and job specific exposure matrix for retrospective assessment of long term exposure in studies of chronic neurotoxic effects of agrichemicals. *Occup Environ Med*. 1998; 55: 194–201.

Morales-Suárez-Varela MM, Olsen J, Johansen P, Kaerlev L, Guénel P, Arveux P, Wingren G, Hardell L, Ahrens W, Stang A, Llopis A, Merletti F, Aurrekoetxea JJ, Masala G. Occupational exposures and mycosis fungoides. A European multicentre case-control study (Europe). *Cancer Causes Control*. 2005;16(10):1253-9.

- Morales-Suárez-Varela MM, Olsen J, Johansen P, Kaerlev L, Guénel P, Arveux P, Wingren G, Hardell L, Ahrens W, Stang A, Llopis A, Merletti F, Guillen-Grima F, Masala G. Occupational sun exposure and mycosis fungoides: a European multicenter case-control study. *J Occup Environ Med.* 2006;48(4):390-3.
- Moulin JJ, Romazini, Lasfargues G, et al. Elaboration d'une matrice emplois-expositions dans l'industrie productrice de métaux durs en France. *Rev Epidem Santé Publ.* 1997;45:41–51.
- Moulin JJ, Wild P, Romazini S, Lasfargues G, Peltier A, Bozec C, et al. Lung cancer risk in hard-metal workers. *Am J Epidemiol.* 1998; 148:241-8.
- Nurminen M, Karjalainen A. Epidemiologic estimate of the proportion of fatalities related to occupational factors in Finland. *Scand J Work Environ Health* 2001;27(3):161—213
- Pannet B, Coggon D, Acheson AD. A job-exposure matrix for use in population based studies in England and Wales. *Br J Ind Med.* 1985; 42: 777-83.
- Pinilla J. La investigación en seguridad y salud en el trabajo. *Arch Prev Riesgos Labor.* 2008; 11:98-100. *Arch Prev Riesgos Labor.* 2007; 10:169-70.
- Siemiatycki J, Ricahdrson L, Gérin M, Goldbers M, Dewar R, Désy M et al. Asscoaitions between several sites of cancer and nine organic dusts: results from an hypothesis-generating case-control study in Montreal, 1979-1983. *Am J Epidemiol.* 1986; 123: 235-49.
- Sunyer J, Kogevinas M, Kromhout H, et al. Pulmonary ventilatory defects and occupational exposures in a population-based study in Spain. *Am J Respir Crit Care Med.* 1998; 157: 512–17.
- van Tongeren M, Nieuwenhuijsen MJ, Gardiner K, Armstrong B, Vrijheid M, Dolk H, Botting B. A job-exposure matrix fro potential endocrine-disrupting chemicals developed for a study into the association between maternal occupational exposure and hypospadias. *Ann Occup Hyg.* 2002; 46:465-77.

Anexo I. Estudios españoles que utilizan matrices de empleo-exposición

Referencias completas (por orden alfabético) de los estudios realizados en España o por investigadores españoles en los que se utilizan matrices empleo-exposición (búsqueda en PubMed, diciembre 2010)

Alguacil J, Kauppinen T, Porta M, Partanen T, Malats N, Kogevinas M, Benavides FG, Obiols J, Bernal F, Rifà J, Carrato A. Risk of pancreatic cancer and occupational exposures in Spain. PANKRAS II Study Group. *Ann Occup Hyg.* 2000 Aug;44(5):391-403.

Alguacil J, Porta M, Malats N, Kauppinen T, Kogevinas M, Benavides FG, Partanen T, Carrato A; PANKRAS II Study Group. Occupational exposure to organic solvents and K-ras mutations in exocrine pancreatic cancer. *Carcinogenesis.* 2002 Jan;23(1):101-6.

Alguacil J, Porta M, Kauppinen T, Malats N, Kogevinas M, Carrato A; PANKRAS II Study Group. Occupational exposure to dyes, metals, polycyclic aromatic hydrocarbons and other agents and K-ras activation in human exocrine pancreatic cancer. *Int J Cancer.* 2003 Nov 20;107(4):635-41.

Arif AA, Delclos GL, Serra C. Occupational exposures and asthma among nursing professionals. *Occup Environ Med.* 2009 Apr;66(4):274-8.

Berrino F, Richiardi L, Boffetta P, Estève J, Belletti I, Raymond L, Troschel L, Pisani P, Zubiri L, Ascunce N, Gubéran E, Tuyns A, Terracini B, Merletti F; Milan JEM Working Group. Occupation and larynx and hypopharynx cancer: a job-exposure matrix approach in an international case-control study in France, Italy, Spain and Switzerland. *Cancer Causes Control.* 2003 Apr;14(3):213-23.

Bosch de Basea M, Porta M, Alguacil J, Puigdomènech E, Gasull M, Garrido JA, López T; for the PANKRAS II Study Group. Relationships between occupational history and serum concentrations of organochlorine compounds in exocrine pancreatic cancer. *Occup Environ Med.* 2010 Nov 23. [Epub ahead of print]

Bureau KD, Huang B, Whitehead LW, Delclos GM, Downs TD. A system linking occupation history questionnaire data and magnetic field monitoring data. *J Expo Anal Environ Epidemiol.* 1998 Apr-Jun;8(2):231-52.

Cordier S, Lefevre B, Filippini G, Peris-Bonet R, Farinotti M, Lovicu G, Mandereau L. Parental occupation, occupational exposure to solvents and polycyclic aromatic hydrocarbons and risk of childhood brain tumors (Italy, France, Spain). *Cancer Causes Control.* 1997 Sep;8(5):688-97. Erratum in: *Cancer Causes Control* 1997 Nov;8(6):934.

Delclos GL, Gimeno D, Arif AA, Bureau KD, Carson A, Lusk C, y cols. Occupational risk factors and asthma among health care professionals. *Am J Respir Crit Care Med.* 2007; 175: 667-75.

Delclos GL, Gimeno D, Arif AA, Benavides FG, Zock JP. Occupational exposures and asthma in health-care workers: comparison of self-reports with a workplace-specific job exposure matrix. *Am J Epidemiol.* 2009 Mar 1;169(5):581-7. Epub 2009 Jan 6.

García Gómez M, Caballero Klink JD, Boffetta P, Español S, Sällsten G, Gómez Quintana J. Exposure to mercury in the mine of Almaden. *Occup Environ Med.* 2007 Jun;64(6):389-95.

Kogevinas M, Zock JP, Alvaro T, Garcia-Villanueva M, Domingo-Domenech E, Kennedy S, Martínez-Maza O, de Sanjose S. Occupational exposure to immunologically active agents and risk for lymphoma. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2004 Nov;13(11 Pt 1):1814-8.

Kogevinas M, Zock JP, Jarvis D, Kromhout H, Lillienberg L, Plana E, Radon K, Torén K, Alliksoo A, Benke G, Blanc PD, Dahlman-Hoglund A, D'Errico A, Héry M, Kennedy S, Kunzli N, Leynaert B, Mirabelli MC, Munozguren N, Norbäck D, Olivieri M, Payo F, Villani S, van Sprundel M, Urrutia I, Wieslander G, Sunyer J,

Antó JM. Exposure to substances in the workplace and new-onset asthma: an international prospective population-based study (ECRHS-II). *Lancet*. 2007 Jul 28;370(9584):336-41.

Kogevinas M, Antó JM, Sunyer J, Tobias A, Kromhout H, Burney P. Occupational asthma in Europe and other industrialised areas: a population-based study. European Community Respiratory Health Survey Study Group. *Lancet*. 1999 May 22;353(9166):1750-4. Erratum in: *Lancet* 1999 Jul 10;354(9173):166.

Lope V, Pérez-Gómez B, Aragonés N, López-Abente G, Gustavsson P, Floderus B, Dosemeci M, Silva A, Pollán M. Occupational exposure to ionizing radiation and electromagnetic fields in relation to the risk of thyroid cancer in Sweden. *Scand J Work Environ Health*. 2006 Aug;32(4):276-84.

Lope V, Pérez-Gómez B, Aragonés N, López-Abente G, Gustavsson P, Plato N, Zock JP, Pollán M. Occupation, exposure to chemicals, sensitizing agents, and risk of multiple myeloma in Sweden. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2008 Nov;17(11):3123-7.

Lope V, Pérez-Gómez B, Aragonés N, López-Abente G, Gustavsson P, Plato N, Silva-Mato A, Pollán M. Occupational exposure to chemicals and risk of thyroid cancer in Sweden. *Int Arch Occup Environ Health*. 2009 Jan;82(2):267-74. Epub 2008 Mar 26.

't Mannetje A, Kogevinas M, Luce D, Demers PA, Bégin D, Bolm-Audorff U, Comba P, Gérin M, Hardell L, Hayes RB, Leclerc A, Magnani C, Merler E, Tobías A, Boffetta P. Sinonasal cancer, occupation, and tobacco smoking in European women and men. *Am J Ind Med*. 1999 Jul;36(1):101-7.

McHugh MK, Symanski E, Pompeii LA, Delclos GL. The feasibility of adapting a population-based asthma-specific job exposure matrix (JEM) to NHANES. *Am J Ind Med*. 2010 Dec;53(12):1220-4.

Mirabelli MC, Zock JP, D'Errico A, Kogevinas M, de Sanjosé S, Miligi L, Seniori Costantini A, Vineis P. Occupational Exposure to High Molecular Weight Allergens and Lymphoma Risk Among Italian Adults. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2009 Oct;18(10):2650-4.

Morales-Suárez-Varela MM, Olsen J, Johansen P, Kaerlev L, Guénel P, Arveux P, Wingren G, Hardell L, Ahrens W, Stang A, Llopis A, Merletti F, Aurrekoetxea JJ, Masala G. Occupational exposures and mycosis fungoides. A European multicentre case-control study (Europe). *Cancer Causes Control*. 2005 Dec;16(10):1253-9.

Morales-Suárez-Varela MM, Olsen J, Johansen P, Kaerlev L, Guénel P, Arveux P, Wingren G, Hardell L, Ahrens W, Stang A, Llopis A, Merletti F, Guillen-Grima F, Masala G. Occupational sun exposure and mycosis fungoides: a European multicenter case-control study. *J Occup Environ Med*. 2006 Apr;48(4):390-3.

Navas-Acién A, Pollán M, Gustavsson P, Plato N. Occupation, exposure to chemicals and risk of gliomas and meningiomas in Sweden. *Am J Ind Med*. 2002 Sep;42(3):214-27.

Navas-Acién A, Pollán M, Gustavsson P, Floderus B, Plato N, Dosemeci M. Interactive effect of chemical substances and occupational electromagnetic field exposure on the risk of gliomas and meningiomas in Swedish men. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2002 Dec;11(12):1678-83.

Pollán M, Gustavsson P, Floderus B. Breast cancer, occupation, and exposure to electromagnetic fields among Swedish men. *Am J Ind Med*. 2001 Mar;39(3):276-85.

Rodríguez E, Ferrer J, Martí S, Zock JP, Plana E, Morell F. Impact of occupational exposure on severity of COPD. *Chest*. 2008 Dec;134(6):1237-43. Epub 2008 Aug 8.

Santibañez M, Vioque J, Alguacil J, Barber X, García de la Hera M, Kauppinen T; PANESOES Study Group. Occupational exposures and risk of oesophageal cancer by histological type: a case-control study in eastern Spain. *Occup Environ Med*. 2008 Nov;65(11):774-81. Epub 2008 Jul 8.

Santibañez M, Vioque J, Alguacil J, de la Hera MG, Moreno-Osset E, Carrato A, Porta M, Kauppinen T. Occupational exposures and risk of pancreatic cancer. *Eur J Epidemiol*. 2010 Oct;25(10):721-30.

Sunyer J, Kogevinas M, Kromhout H, Antó JM, Roca J, Tobias A, Vermeulen R, Payo F, Maldonado JA, Martínez-Moratalla J, Muniozguren N. Pulmonary ventilatory defects and occupational exposures in a population-based study in Spain. Spanish Group of the European Community Respiratory Health Survey. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998 Feb;157(2):512-7.

Sunyer J, Zock JP, Kromhout H, Garcia-Esteban R, Radon K, Jarvis D, Toren K, Künzli N, Norbäck D, d'Errico A, Urrutia I, Payo F, Olivieri M, Villani S, Van Sprundel M, Antó JM, Kogevinas M; Occupational Group of the European Community Respiratory Health Survey. Lung function decline, chronic bronchitis, and occupational exposures in young adults. *Am J Respir Crit Care Med*. 2005 Nov 1;172(9):1139-45. Epub 2005 Jul 22.

Zock JP, Sunyer J, Kogevinas M, Kromhout H, Burney P, Antó JM. Occupation, chronic bronchitis, and lung function in young adults. An international study. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001 Jun;163(7):1572-7.

Zock JP, Cavallé N, Kromhout H, Kennedy SM, Sunyer J, Jaén A, Muniozguren N, Payo F, Almar E, Sánchez JL, Antó JM, Kogevinas M. Evaluation of specific occupational asthma risks in a community-based study with special reference to single and multiple exposures. *J Expo Anal Environ Epidemiol*. 2004 Sep;14(5):397-403.