



MEDICINA y SEGURIDAD del trabajo

INTERNET

EDITORIAL

II Jornadas Nacionales de Formación y Desarrollo Profesional de Enfermería del Trabajo <i>Esperanza M.º Alonso Jiménez</i>	608-611
--	---------

ORIGINALES

Condición laboral asociada a complicaciones en el embarazo en noreste de México <i>Edgar Taboada Aguirre, Eduardo Manzanera Balderas, María Mercedes Dávalos Torres</i>	612-619
Methodology implementation in order to evaluate the biological risks in the Centre for Research and Rehabilitation of Hereditary Ataxias of Cuba. A biosecurity surveillance method <i>Dailín Cobos Valdes, Yaimé Vazquez Majena, Danny Coello Almarales, Dennys Almaguer Gotay</i>	620-626
El examen de seis músculos individuales: ¿Puede representar un enfoque diagnóstico de trastornos neuropáticos de los miembros superiores? <i>Jørgen Riis Jepsen, Jose Hernán Alfonso</i>	627-644
Evaluación de la exposición laboral a plaguicidas en España mediante una matriz empleo-exposición (MatEmEsp, 1996-2005) <i>Javier Vila, Rudolf van der Haar, Ana M. García</i>	645-659

INSPECCIÓN MÉDICA

La valoración de la profesión, del trabajo, de la ocupación, y de las tareas en el procedimiento de valoración de la capacidad laboral en materia de seguridad social <i>José Manuel Vicente Pardo</i>	660-674
Finalización del proceso de incapacidad temporal y el retorno al trabajo <i>Villaplana García, María</i>	675-684

REVISIONES

Efectos biológicos derivados de la exposición a PBDEs en trabajadores del reciclaje de e-waste: revisión sistemática <i>Paula Lechuga Vázquez, M.º Luisa Paredes Rizo</i>	685-713
PBDEs exposure and biological effects on e-waste recycling workers: a systematic review <i>Paula Lechuga Vázquez, M.º Luisa Paredes Rizo</i>	714-741
Dermatitis aerotrasportada de origen laboral en la industria química, farmacéutica y sector sanitario <i>Jaureguizar Cervera E., Pérez Perdomo M., Reinoso Barbero, L.</i>	742-755
Enfermedades profesionales en la industria del cobre: extracción, manufactura y reciclaje <i>Cabrera-Marutz, CD., Velásquez-Alcalá, S., Vrhovac-Biljesko, J.</i>	756-778

CASOS CLÍNICOS

Ruptura del músculo orbicular de los labios en un músico de viento (síndrome de Satchmo), a propósito de un caso <i>F. Maneiro</i>	779-785
Amputación corporal por accidente de trabajo en auxiliar de enfermería <i>Alexander Finol Muñoz, Gloria Ortega Marín, Julián Domínguez Fernández, Johanna Rivero Colina, Manuel Usero Fernández, Miguel Espejo García</i>	786-793
ÍNDICE DE AUTORES 2014	794-800
ÍNDICE DE ARTÍCULOS 2014	801-804
RELACIÓN DE EVALUADORES 2014	805

237

Tomo 60- Octubre - Diciembre 2014- 4.º Trimestre
 Med Seg Trab Internet 2014; 60 (237): 608-805
 Fundada en 1952
 ISSN: 1989-7790
 NIPO en línea: 725-14-006-6

Ministerio de Economía y Competitividad
 Instituto de Salud Carlos III
 Escuela Nacional de Medicina del Trabajo
<http://scielo.isciii.es>
<http://infosaludlaboral.isciii.es>



Ministerio de Economía y Competitividad

Escuela Nacional de
Medicina del Trabajo



International Labour Organization

International Occupational Safety and Health Information Centre (CIS)

Centro Nacional en España: Escuela Nacional de Medicina del Trabajo (ISCIII)



SUMARIO

EDITORIAL

II Jornadas Nacionales de Formación y Desarrollo Profesional de Enfermería del Trabajo <i>Esperanza M.º Alonso Jiménez</i>	608-611
--	---------

ORIGINALES

Condición laboral asociada a complicaciones en el embarazo en noreste de México <i>Edgar Taboada Aguirre, Eduardo Manzanera Balderas, María Mercedes Dávalos Torres</i>	612-619
Methodology implementation in order to evaluate the biological risks in the Centre for Research and Rehabilitation of Hereditary Ataxias of Cuba. A biosecurity surveillance method <i>Dailín Cobos Valdes, Yaimé Vázquez Mojena, Danny Coello Almarales, Dennys Almaguer Gotay</i>	620-626
El examen de seis músculos individuales: ¿Puede representar un enfoque diagnóstico de trastornos neuropáticos de los miembros superiores? <i>Jørgen Riis Jepsen, José Hernán Alfonso</i>	627-644
Evaluación de la exposición laboral a plaguicidas en España mediante una matriz empleo-exposición (MatEmEsp, 1996-2005) <i>Javier Vila, Rudolf van der Haar, Ana M. García</i>	645-659

INSPECCIÓN MÉDICA

La valoración de la profesión, del trabajo, de la ocupación, y de las tareas en el procedimiento de valoración de la capacidad laboral en materia de seguridad social <i>José Manuel Vicente Pardo</i>	660-674
Finalización del proceso de incapacidad temporal y el retorno al trabajo <i>Villaplana García, María</i>	675-684

REVISIONES

Efectos biológicos derivados de la exposición a PBDEs en trabajadores del reciclaje de e-waste: revisión sistemática <i>Paula Lechuga Vázquez, M.º Luisa Paredes Rizo</i>	685-713
PBDEs exposure and biological effects on e-waste recycling workers: a systematic review <i>Paula Lechuga Vázquez, M.º Luisa Paredes Rizo</i>	714-741
Dermatitis aerotrasportada de origen laboral en la industria química, farmacéutica y sector sanitario <i>Jaureguizar Cervera E., Pérez Perdomo M., Reinoso Barbero, L.</i>	742-755
Enfermedades profesionales en la industria del cobre: extracción, manufactura y reciclaje <i>Cabrera-Marutz, CD., Velásquez-Alcalá, S., Vrhovac-Biljesko, J.</i>	756-778

CASOS CLÍNICOS

Ruptura del músculo orbicular de los labios en un músico de viento (síndrome de Satchmo), a propósito de un caso <i>F. Maneiro</i>	779-785
Amputación corporal por accidente de trabajo en auxiliar de enfermería <i>Alexander Finol Muñoz, Gloria Ortega Marín, Julián Domínguez Fernández, Johanna Rivero Colina, Manuel Usero Fernández, Miguel Espejo García</i>	786-793
ÍNDICE DE AUTORES 2014	794-800
ÍNDICE DE ARTÍCULOS 2014	801-804
RELACIÓN DE EVALUADORES 2014	805

ESCUELA NACIONAL DE MEDICINA DEL TRABAJO INSTITUTO DE SALUD CARLOS III

Director: Javier Arias Díaz

Instituto de Salud Carlos III. Madrid. España.

Director Adjunto: Jerónimo Maqueda Blasco

Escuela Nacional de Medicina del Trabajo. Instituto de Salud Carlos III. Madrid. España.

COMITÉ EDITORIAL

Redactor Jefe: Jorge Veiga de Cabo

Escuela Nacional de Medicina del Trabajo. Instituto de Salud Carlos III. Madrid. España.

Redactor Adjunto: Marcelo José D'Agostino

Director de Gestión del Conocimiento, Bioética e Investigación (KBR). Organización Panamericana de la Salud, Oficina Regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS). Washington DC. USA. Coordinadora de Redacción: Isabel Mangas Gallardo Escuela Nacional de Medicina del Trabajo. Instituto de Salud Carlos III. Madrid. España.

Revisor de idioma: María José Escurís García

MIEMBROS

Aguilar Madrid, Guadalupe

Instituto Mexicano del Seguro Social. Unidad de Investigación de Salud en el Trabajo. México.

Castañón Álvarez, Juan

Jefe Estudios Unidad Docente. Comunidad Autónoma Asturias. Asturias. España.

Forastieri, Valentina

Programa Internacional de Seguridad, Salud y Medio Ambiente (Trabajo Seguro). Organización Internacional del Trabajo (OIT/ILO). Ginebra. Suiza.

Guillén Subirán, Clara

Ibermutuamur. Madrid. España.

Horna Arroyo, Rosa

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Marqués de Valdecilla. Santander. España.

Martínez Herrera, Juan Antonio

Unidad Equipo Valoración Incapacidades. Madrid. España.

Neves Pires de Sousa Uva, António

Escola de Saude Pública. Universidad Nova de Lisboa. Lisboa. Portugal.

Nieto, Héctor Alberto

Cátedra de Salud y Seguridad en el Trabajo. Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires. Argentina.

Nieto Sainz, Joaquín

Director de la Oficina en España de la Organización Internacional del Trabajo.

Rodríguez de la Pinta, M.ª Luisa

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Puerta de Hierro. Majadahonda. Madrid. España.

Roel Valdés, José María

Sector Enfermedades Profesionales. Centro Territorial INVASSAT. Alicante. España.

COMITÉ CIENTÍFICO

Alday Figueroa, Enrique

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Consejo General del Poder Judicial. Madrid. España.

Álvarez Blázquez, Fernando

Instituto Nacional de la Seguridad Social. Madrid. España.

Álvarez Hidalgo, Francisco Jesús

Unidad de Salud, Seguridad e Higiene del Trabajo. Comisión Europea. Luxemburgo.

Arceiz Campos, Carmen

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital de La Rioja. Logroño. España.

Burg Ceccim, Ricardo

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Brasil.

Carreño Martín, María Dolores

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Instituto de Salud Carlos III. Madrid. España.

Carreras Vaquer, Fernando

Sanidad Ambiental y Salud Laboral. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Madrid. España.

Casal Lareo, Amparo

Azienda Ospedaliera. Universitaria Careggi. Florencia. Italia.

Caso Pita, Covadonga

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Clínico San Carlos. Madrid. España.

Castell Salvá, Rafael

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Palma de Mallorca. España.

Castellano Royo, María

Universidad de Granada. Facultad de Medicina. Granada. España.

Conde-Salazar Gómez, Luis

Escuela Nacional de Medicina del Trabajo. Instituto de Salud Carlos III. Madrid. España.

Cruzet Fernández, Francisco

Especialista en Medicina del Trabajo. Madrid. España.

Gamo González, María Fe

Escuela Nacional de Medicina del Trabajo. Madrid. España.

García Arenas, María Ángeles

Servicio de Prevención y Salud Laboral. Tribunal de Cuentas. Madrid. España.

García Benavides, Fernando

Universidad Pompeu-Fabra. Barcelona. España.

García López, Vega

Instituto Navarro de Salud Laboral. Pamplona (Navarra). España.

Granados Arroyo, Juan José

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Severo Ochoa. Leganés (Madrid). España.

Heras Mendaza, Felipe

Hospital de Arganda del Rey (Madrid). España.

Jardón Dato, Emilio

Instituto Nacional de la Seguridad Social. Madrid. España.

Juárez Pérez, Cuauhtémoc Arturo

Unidad de Investigación de Salud en el Trabajo. Instituto Mexicano del Seguro Social. México.

Marqués Marqués, Francisco

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Madrid. España.

Martí Amengual, Gabriel

Universidad de Barcelona. Barcelona. España.

Martínez Jarreta, Begoña

Universidad de Zaragoza. Zaragoza. España.

Nova Melle, Pilar

Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Madrid. España.

Ordaz Castillo, Elena

Escuela Nacional de Medicina del Trabajo. Instituto de Salud Carlos III. Madrid. España.

Otero Dorrego, Carmen

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital General de Móstoles. Móstoles (Madrid). España.

Otero Gómez, Cruz

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Universitario Príncipe de Asturias. Alcalá de Henares (Madrid). Madrid. España.

Rescalvo Santiago, Fernando

Jefe de la Unidad Docente Multiprofesional de Salud Laboral de Castilla y León
Hospital Clínico Universitario de Valladolid. España.

Sánchez Jiménez, Vicente

Formación y Estudios Sindicales FECOMA-CC.OO. Madrid. España.

Sant Gallén, Pere

Escuela de Medicina del Trabajo. Universidad de Barcelona. Barcelona. España.

Sanz Valero, Javier

Dirección General de Salud Pública. Gandía (Valencia). España.

Solé Gómez, Dolores

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo. Barcelona. España.

Soriano Corral, José Ramón

Mutua Universal. Madrid. España.

Van Der Haer, Rudolf

MC Mutua. Barcelona. España.

Wanden-Berghe, Carmina

Universidad CEU Cardenal Herrera. Elche. Alicante. España.
Hospital General Universitario de Alicante. España.

Zimmermann Verdejo, Marta

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo. Madrid. España.

REDACCIÓN Y ADMINISTRACIÓN

Escuela Nacional de Medicina del Trabajo del ISCIII Pabellón, 13 – Campus de Chamartín – Avda. Monforte de Lemos, 3 - 5 o C/ Melchor Fernández Almagro, 3 – 28029 Madrid. España.

Indexada en

OSH – ROM (CISDOC) Organización Internacional del Trabajo (OIT)

HINARI, Organización Mundial de la Salud (OMS)

IBECs, Índice Bibliográfico Español de Ciencias de la Salud

IME, Índice Médico Español

SciELO (Scientific Electronic Library Online)

Dialnet

Latindex

Free Medical Journals

Portal de Revistas Científicas. BIREME.OPS/OMS

Periodicidad

Trimestral, 4 números al año.

Edita

Escuela Nacional de Medicina del Trabajo
Instituto de Salud Carlos III
Ministerio de Economía y Competitividad



NIPO en línea: 725-14-006-6

ISSN: 1989 - 7790

Diseño y maquetación: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado

<http://publicaciones.isciii.es>

<http://www.scielo.org>

<http://scielo.isciii.es>

<http://infosaludlaboral.isciii.es>

<http://www.freemedicaljournals.com/>

<http://dialnet.unirioja.es/>

<http://publicacionesoficiales.boe.es>



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/es>

NORMAS DE PUBLICACIÓN

La Revista de Medicina y Seguridad del Trabajo nace en 1952, editada por el Instituto Nacional de Medicina y Seguridad del Trabajo. A partir de 1996 hasta la actualidad es editada por la Escuela Nacional de Medicina del Trabajo (ENMT) del Instituto de Salud Carlos III (ISCIII) de Madrid (España) en formato papel, y desde 2009 exclusivamente en formato electrónico.

Medicina y Seguridad del Trabajo se encuentra accesible desde diferentes plataformas y repositorios entre los que podemos citar el Instituto de Salud Carlos III (<http://www.isciii.es>), Scientific Electronic Library (SciELO, <http://www.scielo.org> y <http://scielo.isciii.es>), Directory of Open Access Journals (DOAJ, <http://www.doaj.org>) y Portal InfoSaludLaboral (<http://infosaludlaboral.isciii.es>).

1.- POLÍTICA EDITORIAL

Medicina y Seguridad del Trabajo es una revista científica que publica trabajos relacionados con el campo de la medicina del trabajo y la salud laboral. Acepta artículos redactados en español y/o inglés (en los casos en que se reciban en ambos idiomas se podrá contemplar la posibilidad de publicar el artículo en español e inglés). Los manuscritos han de ser originales, no pueden haber sido publicados o encontrarse en proceso de evaluación en cualquier otra revista científica o medio de difusión y adaptarse a los Requisitos de Uniformidad del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas (International Committee of Medical Journal Editors, ICMJE) (versión en inglés <http://www.icmje.org>), versión en español, http://foietes.files.wordpress.com/2011/06/requisitos_de_uniformidad_2010_completo.pdf).

La remisión de manuscritos a la revista para su publicación en la misma, supone la aceptación de todas las condiciones especificadas en las presentes normas de publicación.

El Comité de Redacción de la revista no se hace responsable de los resultados, afirmaciones, opiniones y puntos de vista sostenidos por los autores en sus diferentes formas y modalidades de intervención en la revista.

1.1.- Autoría, contribuciones y agradecimientos

Conforme al ICMJE, los autores firmantes deben haber participado suficientemente en el trabajo, asumir la responsabilidad de al menos una de las partes que componen la obra, identificar a los responsables de cada una de las demás partes y confiar en la capacidad e integridad de aquellos con quienes comparte autoría.

Aquellos colaboradores que han contribuido de alguna forma en la elaboración del manuscrito, pero cuya colaboración no justifica la autoría, podrán figurar como "investigadores clínicos o investigadores participantes" describiendo escuetamente su contribución. Las personas que no cumplan ninguno de estos criterios deberán aparecer en la sección de Agradecimientos.

Toda mención a personas físicas o jurídicas incluidas en este apartado deberán conocer y consentir dicha mención, correspondiendo a los autores la gestión de dicho trámite.

1.2.- Derechos de autor (copyright)

Medicina y Seguridad del Trabajo se encuentra adherida a la licencia Creative Commons (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/es>) bajo la modalidad de Reconocimiento –NoComercial– SinObraDerivada (by-nc-nd), lo que significa que los autores mantienen sus derechos de autoría y no permiten el uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, la distribución de las cuales debe hacerse con una licencia igual a la que regula la obra original, respetando la autoría y referencia de la revista que debe ser siempre citada, permitiendo su divulgación mediante los sistemas de acceso abierto y la utilización de los contenidos por la comunidad científica internacional y el resto de la sociedad.



1.3.- Conflicto de intereses

Los autores deberán declarar aquellos posibles conflictos de intereses profesionales, personales, financieros o de cualquier otra índole que pudieran influir en el contenido del trabajo.

En caso de que el manuscrito o parte de su contenido hubiese sido publicado previamente en algún medio de comunicación, deberá ser puesto en conocimiento del Comité de Redacción de la revista, proporcionando copia de lo publicado.

1.4.- Financiación

En caso de que el trabajo haya tenido financiación parcial o total, por alguna institución pública o privada, deberá hacerse constar tanto en la carta de presentación como en el texto del manuscrito.

1.5.- Permisos de reproducción de material publicado

Es responsabilidad de los autores la obtención de todos los permisos necesarios para reproducción de cualquier material protegido por derechos de autor o de reproducción, así como de la correspondiente autorización escrita de los pacientes cuyas fotografías estén incluidas en el artículo, realizadas de forma que garanticen el anonimato de los mismos.

1.6.- Compromisos éticos

En los estudios realizados con seres humanos, los autores deberán hacer constar de forma explícita que se han cumplido las normas éticas del Comité de Investigación o de Ensayos Clínicos establecidas en la Institución o centros donde se hay realizado el trabajo, conforme a la declaración de Helsinki.

(<http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/index.html>).

En caso de que se hayan realizado experimentos con animales, los autores deberán indicar el cumplimiento de normas nacionales para el cuidado y uso de animales de laboratorio.

2.- REMISIÓN DE MANUSCRITOS

2.1.- Formas de envío

Los autores deberán enviar a revistaenmt@isciii.es, una carta de presentación dirigida al Comité de Redacción, acompañando al manuscrito.

2.2.- Carta de presentación

La carta de presentación deberá especificar:

- Tipo de artículo que se remite.
- Breve explicación del contenido y principales aplicaciones.
- Datos del autor principal o responsable de recibir la correspondencia, en caso de que no coincida con el autor principal, relación de todos los autores y filiaciones de cada uno.
- Documento de conformidad de cada uno de los firmantes.

- Declaración explícita de que se cumplen todos los requisitos especificados dentro del apartado de Política Editorial de la revista (Punto 1).

2.3.- Contenido del manuscrito

El artículo se encontrará estructurado en las siguientes secciones: Título, Resumen, Palabras clave, Texto, Tablas, Figuras y Bibliografía. En los casos en que se requiera, Anexos y Listado de abreviaturas.

2.3.1.- Página del título

Deberá contener:

- **Título** en *español* y en *inglés*, procurando no exceder, en lo posible, en más de 15-20 palabras. Debe describir el contenido del artículo de forma clara y concisa, evitando utilización de acrónimos y abreviaturas que no sean de uso común.
- **Autor encargado de recibir la correspondencia:** Puede ser el autor principal u otra persona designada. Deberá figurar nombre completo y apellidos, dirección postal, teléfono y correo electrónico.
- **Autores:**
 - Apellidos y nombre o inicial, separado por comas, hasta un máximo de seis. Cuando el número de autores sea superior, la revista permite la opción de añadir "et al" o incluir una relación de los mismos al final del texto. En caso de que se incluyan dos apellidos, estos deberán encontrarse separados por un guion. Mediante números arábigos en superíndice, cada autor se relacionará con la institución/es a la/las que pertenece.
 - En caso de que en la publicación deba hacer mención a algún tipo de agradecimiento, participantes o institución financiadora, deberá hacerse constar en esta página.

2.3.2.- Resumen

Cada artículo de investigación original y revisiones, deberán contar con un *resumen en español* y un *abstract en inglés*, preferiblemente estructurado en los apartados de introducción, objetivos, material y método, resultados y discusión (o conclusiones en su caso). Deberá ser lo suficientemente explicativo del contenido del artículo, no contendrá citas bibliográficas ni información o conclusiones que no se encuentren referidas en el texto.

2.3.3.- Palabras clave

A continuación y de forma separada de estos, se incluirán de tres a cinco *palabras clave en español y en inglés (key words)*.

Para definir las palabras clave se recomienda utilizar descriptores utilizados en tesauros internacionales:

- Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS) (<http://decs.bvs.br/E/homepagee.htm>),
- Medical Subject Headings (MeSH) (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?db=mesh>),
- Tesauro de la Organización Internacional del Trabajo (OIT-ILO) (<http://www.ilo.org/thesaurus/defaultes.asp>).

2.3.4.- Texto

Los manuscritos deberán ser redactados en formato Microsoft Word 2010 o compatible.

En el caso de artículos originales, deberán encontrarse estructurados atendiendo a las siguientes secciones: Introducción (finalizando con los objetivos del estudio), Material y métodos, Resultados y Discusión (Conclusiones en su caso), cada una de ellas, convenientemente encabezadas.

Se citarán aquellas referencias bibliográficas estrictamente necesarias, mediante números arábigos en forma de superíndices por orden de aparición, tanto en el texto como en las figuras.

Las referencias a textos que no hayan sido publicados ni que se encuentren pendientes de publicación (comunicaciones personales, manuscritos o cualquier otro dato o texto no publicado), podrá incluirse entre paréntesis dentro del texto del artículo, pero no se incluirá en las referencias bibliográficas.

En el apartado de material y métodos se especificará el diseño, la población de estudio, los métodos estadísticos empleados, los procedimientos y normas éticas seguidas en caso de que sean necesarias y los procedimientos de control de sesgos, entre otros aspectos que se consideren necesarios.

Los trabajos de actualización y revisión bibliográfica pueden requerir una estructura diferente en función de su contenido.

2.3.5.- Tablas y figuras

El título se situará en la parte superior y tanto el contenido como las notas al pie, deberán ser lo suficientemente explicativos como para poder ser interpretadas sin necesidad de recurrir al texto.

Las tablas se enviarán en formato Microsoft Word 2010 o compatible y las figuras en formato Power Point, JPEG, GIFF o TIFF. Preferiblemente en fichero aparte del texto y en páginas independientes para cada una de ellas, indicando en el texto el lugar exacto y orden en el que deben ser intercaladas, aunque también se admite que remitan ya intercaladas en el texto.

Tanto las tablas como las figuras deberán estar numeradas según el orden de aparición en el texto, pero de forma independiente, las tablas mediante números romanos y las figuras mediante números arábigos. Se recomienda no sobrepasar el número de ocho tablas y ocho figuras en los artículos originales.

2.3.6.- Abreviaturas

En caso de que se utilicen abreviaturas, la primera vez que aparezca en el texto deberá encontrarse precedida del nombre completo al que sustituye la abreviación e incluirse entre paréntesis. No será necesario en caso de que se corresponda con alguna unidad de medida estándar. Cuando se utilicen unidades de medida, se utilizarán, preferentemente las abreviaturas correspondientes a las Unidades del Sistema Internacional. Siempre que sea posible, se incluirá como anexo, un listado de abreviaturas presentes en el cuerpo del trabajo.

2.3.7.- Anexos

Se corresponderá con todo aquel material suplementario que se considere necesario adjuntar para mejorar la comprensión del trabajo (encuestas, resultados analíticos, tablas de valores, etc.).

2.3.8.- Agradecimientos, colaboraciones y menciones especiales

En esta sección se hará mención a todos los colaboradores que no cumplen los criterios de autoría (personas, organismos, instituciones o empresas que hayan contribuido con su apoyo o ayuda, técnica, material o económica, de forma significativa en la realización del artículo).

2.3.9.- Referencias bibliográficas

Al final del artículo, deberá figurar la relación numerada de referencias bibliográficas siguiendo el mismo orden de aparición en el texto. (Número recomendado por artículo 40 referencias)

Deberán cumplir los Requisitos de Uniformidad del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas

y adaptarse al sistema de citación de la National Library of Medicine de EEUU para publicaciones médicas (*Citing Medicine: The NLM Style Guide for Authors, Editors and Publishers*), disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/bv.fcgi?call=bv.View..ShowTOC&rid=citmed.TOC&depth=2>.

En **ANEXO** se incluyen algunos ejemplos que pueden ayudar a redactar la bibliografía.

3.- Tipos y extensión de manuscritos

3.1.- Artículos Originales

Se consideran artículos originales aquellos trabajos de investigación cuantitativa o cualitativa relacionados con cualquier aspecto del campo sanitario relacionado con las áreas de estudio de la revista. (Tamaño recomendado: 2.000 - 4.000 palabras)

3.2.- Revisiones

Trabajos de revisión de determinados temas que se consideren de relevancia en la práctica médica, preferentemente con carácter de revisiones bibliográficas o sistemáticas. (Tamaño recomendado 3.000 – 5.000 palabras)

3.3.- Casos clínicos

Descripción de uno o más casos por su especial interés, aportación al conocimiento científico o extrañeza, entre otros motivos. (Tamaño recomendado, menos de 1.500 palabras)

3.4.- Editoriales

Artículos escritos a solicitud del Comité Editorial sobre temas de interés o actualidad.

3.5.- Cartas al Director

Observaciones o comentarios científicos o de opinión sobre trabajos publicados en la revista recientemente o

que constituyan motivo de relevante actualidad. (tamaño recomendado: 200 – 500 palabras).

3.6.- Artículos especiales

El Comité Editorial podrá encargar o aceptar para esta sección, trabajos de investigación o actualizaciones que considere de especial relevancia. Aquellos autores que deseen colaborar en esta sección deberán solicitarlo previamente al Comité Editorial, enviando un breve resumen y consideraciones personales sobre el contenido e importancia del tema.

3.7.- Aula Abierta

Artículos de carácter docente destinados a atender determinadas necesidades del programa de la especialidad de medicina del trabajo que se imparte en la Escuela Nacional de Medicina del Trabajo (ENMT-ISCIII).

4.- Proceso editorial

El Comité Editorial acusará recibo informando al autor principal de la recepción del manuscrito.

Los manuscritos recibidos se someterán a revisión por el Comité Editorial y serán sometidos a una evaluación por pares (*peer-review*) realizada por revisores expertos. El resultado de dicha evaluación se remitirá a los autores para que, cuando proceda, realicen las correcciones indicadas por los evaluadores dentro del plazo señalado.

Previamente a la publicación del artículo, se enviará una prueba a los autores para que la revisen detenidamente y señalen aquellas posibles erratas, debiendo devolverla corregida en un plazo no superior a 72 horas.

Todos los trabajos que no cumplan las Normas de Publicación de la revista podrán ser rechazados.

ANEXO:

Ejemplos de redacción de referencias bibliográficas más comunes

A) Artículo en revista médica:

Autor o autores (separados por comas). Título del artículo. Abreviatura internacional de la revista año; volumen (número): página inicial-página final del artículo.

Ejemplo:

Álvarez-Gómez S, Carrión-Román G, Ramos-Martín A, Sardina M^oV, García-González A. Actualización y criterios de valoración funcional en el transporte cardíaco. *Med Segur Trab* 2006; 52 (203): 15-25.

Cuando el número de autores sea superior a seis, se incluirán los seis primeros, añadiendo la partícula latina "et al".

B) Documento sin mencionar al autor:

Iniciativa sobre comunicaciones eruditas. Association of College and Research Libraries (ACRL). Disponible en:

<http://www.geotropico.org/ACRLI-2.pdf>

C) Libros y monografías:

Autor o autores (separados por comas). Título del libro. Edición. Lugar de publicación: Editorial; año.

Ejemplo:

Gil-Lozaga P, Puyol R. Fisiología de la audición. 1^o Ed. Madrid: Interamericana-Mc Graw Hill; 1996.

D) Capítulo de un libro

Autor o autores del Capítulo (separados por comas). Título del Capítulo. En: Autor o autores del libro (separados por comas). Título del libro. Edición. Lugar de publicación: Editorial; año. Páginas.

Ejemplo:

Bonet ML. Aspectos éticos de la investigación en nutrigenómica y con biobancos. En: Alemany M, Bernabeu-Maestre J (editores). *Bioética y Nutrición*. 2010. Editorial AguaClara. Alicante: 247-264.

C) Material electrónico:

C-1) CD-ROM

Anderson SC, Poulsen KB. Anderson's electronic atlas of hematology [CD-ROM]. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2002.

C-2) Artículo en revista en Internet:

López-Villaescusa MT, Robuschi-Lestouquet F, Negrín-González J, Muñoz-González RC, Landa-García R, Conde-Salazar-Gómez L. Dermatitis actínica crónica en el mundo laboral. *Med. segur. trab.* [revista en la Internet]. 2012 Jun [consultado 5 de abril de 2013];58(227):128-135. Disponible en:

http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2012000200006&lng=es.

<http://dx.doi.org/10.4321/S0465-546X2012000200006>

Editorial

II Jornadas Nacionales de Formación y Desarrollo Profesional de Enfermería del Trabajo

II Occupational Health Nursing National Conference: Training and Professional Development

Esperanza M.º Alonso Jiménez

Consejería de Sanidad del Principado de Asturias. España.

Recibido: 03-11-14

Aceptado: 18-11-14

Correspondencia:

Esperanza M.º Alonso Jiménez
Epidemiología Laboral y Ambiental
Dirección General de Salud Pública
Consejería de Sanidad del Principado de Asturias
C/ Ciriaco Miguel Vigil
33006 Oviedo. España.
Teléfono 985.10.63.23. Ext 17476
Correo electrónico: esperanzamaria.alonsojimenez@asturias.org

La Federación Española de Enfermería del Trabajo (FEDEET) se constituyó hace unos 5 años, con la idea inicial de unir a las distintas Asociaciones y Sociedades Científicas de Enfermería del Trabajo y Salud Laboral que había en el territorio nacional. Su objetivo principal ha sido y es la integración de la especialidad de Enfermería del Trabajo en los distintos ámbitos en los que desarrollan estos profesionales sus competencias y su actividad, tanto en Prevención de Riesgos Laborales, como en la Vigilancia de la Salud.

Desde el principio de nuestra constitución hemos venido celebrando y organizando distintos eventos en el territorio nacional de distinta envergadura, Jornadas, Congreso Nacional e Internacional, Seminarios en Aragón, Asturias, Cataluña, Cantabria y Madrid, entre otros, a través y en cooperación con las distintas Asociaciones y Sociedades que constituyen FEDEET. Este año se ha celebrado la II JORNADA NACIONAL DE FORMACIÓN Y DESARROLLO PROFESIONAL DE ENFERMERÍA DEL TRABAJO en Andalucía.

Esta II JORNADA «FEDEET» se ha centrado en una de las cinco grandes áreas de competencias profesionales específicas de los Enfermeros Especialistas en Enfermería del Trabajo: la de «**Docencia e Investigación**», **actividades** que resultan indispensables para el crecimiento y el desarrollo profesional de todos los Enfermeros del Trabajo, ya que tanto la actividad docente como la investigadora de la Enfermería del Trabajo redundarán en el logro del estatus de «disciplina autónoma» que perseguimos y que difícilmente se alcanzaría sin el desarrollo de estas competencias.

La Jornada se clausuró con una Ponencia que se hizo eco de las ideas principales desarrolladas a lo largo del día:

- La necesidad de desarrollar plenamente **TODAS nuestras competencias profesionales**, fijadas en el propio programa de nuestra especialidad y agrupadas en cinco grandes áreas que me van a permitir recordarles: Preventiva, Asistencial, Legal y pericial, de Gestión y Docente e Investigadora.
- Recalcar que los enfermeros especialistas del trabajo, sin perjuicio de los principios de interdisciplinariedad y multidisciplinariedad aplicables a los equipos profesionales que actúan en el ámbito de la salud laboral, ejercerán su profesión con **plena AUTONOMÍA TÉCNICA Y CIENTÍFICA**.

- Que, para ello deben adquirir y mantener las competencias necesarias para el adecuado ejercicio de sus funciones en los distintos ámbitos de actuación de la especialidad, como recoge textualmente la Orden SAS/1348/2009, de 6 de mayo, por la que se aprueba y publica el programa formativo de la especialidad de Enfermería del Trabajo.
- Que las nuevas competencias de la enfermería del trabajo escritas, en el programa de la especialidad no le quitan nada a nadie, no inventan nuevas funciones..., sino que lo que se hace es ejercer nuestro derecho de desarrollar nuestras competencias con plena autonomía.
- Y por eso es necesario y casi obligatorio el deber de aprovechar esta oportunidad, asumiendo esa responsabilidad y autonomía en todos nuestros ámbitos de competencia, sin dejar fisuras y ocupando totalmente cada una de las cinco áreas de competencia.

En definitiva, que **tenemos muchas cosas que hacer** y que **nos corresponde a nosotros hacerlas, hacerlas con convicción para que la Enfermería del Trabajo se sitúe en el lugar que le pertenece y por los propios enfermeros que es a quien le compete contarla.**

En este sentido se recordó que la autonomía no se adquiere de forma gratuita sino que **implica previamente un proceso de maduración, formación, crecimiento individual y como colectivo**, para poder ejercitarse de forma plena. Y en esta línea de acción, sin duda alguna, la estrella de la Jornada fue el Área Docente e Investigadora, que no sólo es un área más de competencias, sino que se erige en una de las **estrategias clave para el desarrollo de la profesión.**

La investigación enfermera que ya se aborda desde la etapa formativa de grado, está dotando a los futuros profesionales de los conocimientos y de las herramientas básicas necesarias para que ésta sea una práctica habitual reconocida e integrada como el resto de conocimientos. Enfermero del Trabajo, por el papel clave que desempeña, requiere ocupar un lugar relevante en todos los niveles de organización y de la toma de decisiones. La investigación ofrece nuevas oportunidades para el crecimiento profesional y desarrollo competencial distintos de los meramente asistenciales. Tener competencias en el **Área preventiva, promoción de la salud en la empresa**, propician el liderazgo de la enfermera en los procesos de salud, repercutiendo en un mayor reconocimiento social; por eso se potencia con la figura del Enfermero del Trabajo «Investigador» que hará de referente del trabajador y de la empresa. A lo largo de las jornadas se ha consolidado el perfil del enfermero del trabajo cada vez más autónomo y exigente, con más acceso a la información y más capacidad para tomar decisiones y asumir responsabilidades.

Se consolidó la idea de que el Enfermero del trabajo debe realizar muchas y diversas actividades: asesorar a la empresa en el «cuidado» de los trabajadores, fomentar la cultura preventiva, interactuar con los representantes de los trabajadores, proponer medidas preventivas una vez que los riesgos sean evaluados, participar activamente en la selección de EPIS, realizar el seguimiento y control de los residuos, etc., porque su competencia en el área de Gestión le permite plantearse el liderazgo, por ello en la Jornada se habló de Coaching como herramienta de fortaleza y ayuda avanzar tanto personal como profesionalmente, de la actitud colaborativa con el resto de profesionales que conforman el Servicio de Prevención y no de aislamiento, interrelacionar y cooperar con el resto de profesionales que forman el equipo multidisciplinar sirviendo de vínculo para la mejora de muchas parcelas profesionales y también de la investigación multiprofesional. La transformación profesional que se vino comentada a lo largo de toda la Jornada no olvido el **Área Legal y Pericial** que, por sí misma, supone una **enorme conquista** y una puesta en valor de la profesión, sino que abre un campo de trabajo extensísimo y novedoso que aborda cuestiones basadas en evidencia científica, documentada en hechos investigados a través de método científico y que permiten al profesional de enfermería del trabajo elaborar informes de cambio de puesto de trabajo, de asesoramiento y orientados a la gestión de incapacidad, de asesoramiento y de reconocimiento del origen laboral de patologías, así como el peritaje y valoración de cuidados en sí mismo. Para ello es importante la incidencia en la construcción y la **realización de estudios, protocolos y guías de buenas prácticas**, gestionar y organizar los exámenes de salud, custodiar los registros sanitarios, gestionar redes y recursos informáticos de apoyo, garantizar la protección de datos, controlar la trazabilidad de medicamentos y productos, coordinación burocrática con el SNS, Mutuas y otros organismos.

Con las comunicaciones y ponencias presentadas durante la Jornada se debatieron estos y otros temas de interés y actualidad:

- El momento actual por el que está pasando la Enfermería es importantísimo una vez reconocida la formación en Enfermería del Trabajo como una especialidad en Ciencias de la Salud, encontramos

frente a la realidad de la incorporación de enfermeros residentes a las Unidades Docentes Multiprofesionales de Salud Laboral que nacen al amparo de lo dispuesto en el Real Decreto 183/2008 y que formarán tanto a médicos como enfermeros del trabajo, consolidando la colaboración **multidisciplinar** de forma simultánea a la **asunción progresiva de la responsabilidad inherente al ejercicio autónomo de la profesión enfermera**.

- Los nuevos especialistas son los protagonistas del desarrollo de la profesión que, día a día, tienen que hacer valer la excelente preparación para consolidar todas las áreas de competencia que el enfermero del trabajo desarrolla en su actividad y que esto casi nunca es fácil, ya que a veces, parece que seamos nosotros mismos los que no vemos lo que está escrito en nuestro programa, o que no queramos verlo, esperando a que nos digan qué hacer, cómo hacerlo y cuándo. Que sean ellos (los noveles especialistas) quienes se den a valer.
- No se puede esperar que esa «plena autonomía técnica y científica», esa «responsabilidad en la toma de decisiones», la capacidad de decidir sobre lo que pueden hacer los Enfermeros Especialista en Enfermería del Trabajo, venga «llovido del cielo», tampoco por el mero hecho de poseer vastos conocimientos o disponer de mucha información respecto a algo, o se nos reconozcan determinadas competencias, vayamos a obtener todos los beneficios que podían esperarse de ese conocimiento o reconocimiento.

Ha sido gratificante ver y formar parte de esta experiencia en la que la enorme **potencialidad** que la Enfermería del Trabajo tiene ha quedado reflejada en los trabajos y comunicaciones presentados tanto por ponentes como por asistentes; pero es necesario recordar que como todas las potencialidades, de nada sirven si no se materializan, que todo lo que podamos y estemos capacitados para hacer, pero no hagamos, alguien lo hará, y lo hará en lugar de nosotros y sin contar con nosotros.

Que debemos abandonar actitudes indolentes; debemos tener la clara voluntad de hacer las cosas. Y para ello, contamos con una ayuda muy importante: en el Programa de nuestra especialidad se nos reconoce la capacidad de hacerlas. **«No tenemos que ganarnos nada. Lo que debemos hacer es evitar perderlo.»**

Hemos dado un salto cualitativo en la especialidad; mantenemos la esencia del «Enfermero de Empresa», tenemos más personalidad profesional y un programa formativo sólido, basado en conocimientos científicos, con nuevas competencias que nos permiten dar un salto cualitativo, estas nuevas competencias reflejadas con la inclusión de las áreas Legal y Pericial, junto con la de Gestión, hacen que no exista ningún campo de actuación en el que pueda ponerse en duda la AUTONOMÍA del Enfermero Especialista en Enfermería del Trabajo.

Hace falta que la llama siga viva y que la especialidad se consolide. Para ello y a modo de conclusiones sirvan las siguientes reflexiones que surgieron en las Jornadas:

- El importantísimo papel que la Enfermería del Trabajo tiene encomendado en esos equipos interdisciplinarios que constituyen los Servicios de Prevención.
- Debemos ser conscientes que no es fácil superar, demostrar y salvar dificultades como estamos fuera del sistema nacional de salud y nuestra área es desconocida para la inmensa mayoría de otras especialidades.
- Estamos generando el concepto de colectivo y eso es bueno para el desarrollo y transformación profesional de la enfermería del Trabajo.
- Y que las herramientas como la investigación, la docencia, la gestión, etc., las tenemos que desarrollar por completo.

En definitiva, ya hemos cambiado desde el punto de vista formativo, ahora vamos a cambiar desde el punto de vista de imagen que generamos a través del alcance de nuestra actividad y en particular a través del colectivo profesional de enfermeros/as del trabajo (ya que las competencias las tenemos escritas en el cuerpo disciplinar como propias de la profesión de enfermería del trabajo) y solo nosotros podemos hacer ese cambio de imagen.

Para terminar queremos recordar que la FEDEET tiene abiertas las puertas a todos aquellos profesionales de enfermería que trabajen en Salud Laboral, Vigilancia de la salud y/o prevención de Riesgos laborales, que desde la FEDEET se defiende a sus asociados y que creemos necesario asociaciones y federaciones fuertes en materia de profesionales de la Vigilancia de la Salud, por la que invitamos a todos los enfermeros del trabajo a formar parte de proyecto de FEDEET y a no quedaros aislados y al margen.

Quisiera aprovechar este último párrafo para agradecer a todos y cada uno de los enfermeros del trabajo que estuvieron en Sevilla el esfuerzo de asistir, de estar y de ser, así como a todos aquellos socios que se quedaron con las ganas de ir y no pudieron por diversas razones. A los ponentes invitados por regalarnos su tiempo y compartir conocimiento con todos los que estábamos allí. Al Colegio de Enfermería de Sevilla que tan generosamente nos cedió sus instalaciones y su personal durante la Jornada, y en especial a la Junta Directiva de FEDEET que hace que esto sea posible con su apoyo incondicional, el mismo que nos presta la Escuela Nacional de Medicina del Trabajo del Instituto de Salud Carlos III, cada vez que compartimos con ellos un proyecto o una Jornada como esta.

Y un agradecimiento especial al Sr. Ángel María Martín que me ha dejado usar partes de su conferencia de clausura para este editorial.



MEDICINA y SEGURIDAD *del trabajo*

Originales

Condición laboral asociada a complicaciones en el embarazo en noreste de México

Employment status related to pregnancy complications in northeast Mexico

Edgar Taboada Aguirre¹, Eduardo Manzanera Balderas¹, María Mercedes Dávalos Torres²

1. Unidad de Medicina Familiar # 43 del Instituto Mexicano del Seguro Social en Escobedo, Nuevo León, México.

2. Unidad de Medicina Familiar # 31 del Instituto Mexicano del Seguro Social en San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México.

Recibido: 22-05-14

Aceptado: 30-10-14

Correspondencia

Edgar Taboada Aguirre

Especialista en Salud Pública y Medicina Preventiva

Maestro en Salud Pública

Unidad de Medicina Familiar # 43, Instituto Mexicano del Seguro Social, Delegación Regional Nuevo León, México.

Calle Guanajuato # 200, Colonia Celestino Gasca, Escobedo

Nuevo León; México. C. P. 66050.

Correo electrónico: edgar.taboada@imss.gob.mx

Teléfono: (52) 81 83845500 Extensión 41448

Resumen

Introducción: Las complicaciones clínicas en el embarazo son predictores importantes para la mortalidad materna y desenlace del embarazo dependiendo de la atención que reciban las mujeres en este periodo trascendental de la vida. Algunos de los determinantes asociados con el problema están ligados a la situación laboral y la ocupación de la madre durante el embarazo.

Material y métodos: Se realizó un estudio transversal en el año 2012, en la Unidad de Medicina Familiar # 43 del Instituto Mexicano del Seguro Social. Se realizó un muestreo aleatorio de un total de 2314 se seleccionaron 318 mujeres que accedieron a participar. El objetivo principal del estudio de analizar la asociación del estatus laboral con las complicaciones durante la gestación (definidas como cualquier paciente que durante la gestación haya padecido preeclampsia, eclampsia, amenaza de aborto, amenaza de parto prematuro, infección de vías urinarias) se incluyeron además variables sociodemográficas conocidas por su relación con las complicaciones prenatales.

Resultados: La media de la edad fue de 26 años. La media del índice de masa corporal fue de 27. Las mujeres trabajadoras presentaron una probabilidad 64% más alta que las no trabajadoras de presentar complicaciones en el embarazo (OR=1.64; IC95%: 1.04-2.58). La infección de vías urinarias en las mujeres trabajadoras fue un 75% más probable (OR=1.75; IC 95%: 1.12-2.73), las mujeres trabajadoras tuvieron 2.72 veces más probabilidad de padecer una amenaza de aborto que las no trabajadoras (OR=2.72; IC 95%:1.36-5.45), las trabajadoras tuvieron 2.20 veces mayor probabilidad de padecer amenaza de parto prematuro que las no trabajadoras (OR=2.20; IC 95%: 0.91-5.29). Además las trabajadoras tuvieron una probabilidad 96% más alta de que su embarazo terminara en cesárea (OR=1.96; IC 95%:1.25-3.07).

Conclusiones: Los resultados sugieren que la actividad laboral es un factor importante para la presentación de complicaciones en el embarazo.

Med Segur Trab (Internet) 2014; 60 (237) 612-619

Palabras clave: Embarazo, complicaciones, trabajadoras.

Abstract

Introduction: Pregnancy complications are important indicators for maternal mortality and pregnancy outcome, depending on the medical care that women receive in this crucial period of life. Some of the factors associated with this problem are linked to the employment status and occupation of the mother during the pregnancy period.

Material and methods: A cross-sectional study was conducted in 2012 at the Family Medicine Unit # 43 of the Mexican Social Security Institute. In a random sample of a total of 2314 women, 318 agreed to participate. The main objective of the study is to analyze the association of employment status with complications during pregnancy (women who have suffered preeclampsia, eclampsia, threatened abortion, preterm labor, urinary tract infection during pregnancy). Socio-demographic variables involved with prenatal complications were also included.

Results: The mean age was 26 years old and the mean BMI was 27. Working women had a 64% higher probability of having pregnancy complications (OR = 1.64; 95% CI: 1.04-2.58) than those who did not have a work. Urinary tract infection was 75% higher in working women (OR = 1.75; 95% CI 1.12-2.73). Working women were 2.72 times more likely to have a threatened abortion than those who did not work (OR = 2.72; 95% CI 1.36-5.45) and workers were 2.20 times more likely to have preterm labor than non-worker women (OR = 2.20; 95% CI 0.91-5.29). Furthermore worker women had a 96% higher risk of having a cesarean section (OR = 1.96; 95% CI 1.25-3.07).

Conclusions: The results suggest that work activity is an important factor in the development of pregnancy complications.

Med Segur Trab (Internet) 2014; 60 (237) 612-619

Key words: *Pregnancy, complications, employment.*

INTRODUCCIÓN

Las complicaciones clínicas en el embarazo son predictores importantes para la mortalidad materna y desenlace del embarazo dependiendo de la atención que reciban las mujeres en este periodo trascendental de la vida¹. Los índices de actividad económica en las mujeres en los últimos años en el mundo, han aumentado hasta alcanzar en el 2012 México el 43% de la población económicamente activa². Las condiciones de trabajo normalmente consideradas como aceptables pueden no serlo durante el embarazo. Algunos de los determinantes asociados con el problema están ligados a la situación laboral y la ocupación de la madre durante el embarazo, la evidencia empírica ha puesto de manifiesto que determinadas ocupaciones implican exposiciones químicas, físicas o posicionales que incrementan el riesgo de alteraciones en el embarazo. Algunos estudios sugieren que las trabajadoras manuales y de servicios tendrían más riesgos de parto pre término y de bajo peso al nacer que las mujeres que se dedican a otras ocupaciones³⁻⁶. Además de los efectos de las condiciones de trabajo en la mujer, los efectos en el producto como bajo peso al nacer han sido evidenciados en varios estudios epidemiológicos⁷⁻¹², como las jornadas prolongadas de trabajo¹³⁻¹⁷, periodos largos en bipedestación^{18,19}, manejo de cargas pesadas¹⁹ y un alto estrés psicosocial^{20,21}. El hecho de considerar la situación de la mujer trabajadora embarazada, como especialmente sensible, se observa en distintas legislaciones internacionales. En nuestro país existe una legislación clara y precisa, al respecto el artículo 123 de la Constitución, fracción A, menciona: «las mujeres durante su embarazo no realizarán trabajos que exijan un esfuerzo considerable y signifiquen un peligro para la salud en relación con la gestación²². Las identificaciones oportunas de los factores de riesgo relacionados con el trabajo son una prioridad para la atención prenatal²³. Nuestro estudio analiza la asociación entre la actividad laboral y las complicaciones en el embarazo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio transversal en el año 2012, en la Unidad de Medicina Familiar # 43 del Instituto Mexicano del Seguro Social, en la localidad de Escobedo, estado de Nuevo León, México. Basados en el censo de mujeres de 17 a 49 años que habían sido atendidas en la atención prenatal. Se realizó un muestreo aleatorio de un total de 2314 se seleccionaron 318 mujeres que accedieron a participar, los datos fueron recolectados del expediente clínico electrónico en la sección de control prenatal que llena el médico familiar en cada visita de la paciente hasta el término de su embarazo. Se identificó el estatus laboral de las pacientes por su código agregado en el número de seguridad social, siendo las codificadas como trabajadoras activas y como cónyuges de trabajadores sin actividad laboral. El objetivo principal del estudio de analizar la asociación del estatus laboral con las complicaciones durante la gestación (definidas como cualquier paciente que durante la gestación haya padecido preeclampsia, eclampsia, amenaza de aborto, amenaza de parto prematuro, infección de vías urinarias), se incluyeron además variables sociodemográficas conocidas por su relación con las complicaciones prenatales estas fueron la edad en años estratificada en tres grupos (17-19 años, 20-35 años y mayores de 35 años), la escolaridad se estratificó en cinco grupos (escuela primaria, secundaria, bachillerato, carrera técnica y licenciatura), se tomó en cuenta el número de consultas prenatales estatificándolas en tres grupos (las pacientes que acudieron a menos de 7 consultas, las que tuvieron de 7 a 12 consultas y las pacientes que acudieron a más de 12 consultas) los factores de riesgo clínicos se incluyeron el índice de masa corporal antes del embarazo (normal, bajo peso, sobrepeso y obesidad) si la paciente era primípara, número de gestas, partos, abortos y la edad gestacional del producto en semanas. Se realizó la descripción de la media de las variables continuas y proporciones en las variables categóricas, la asociación de entre las complicaciones y el estatus laboral además de sociodemográficas y clínicas antes se realizó a través de análisis bivariado por regresión logística simple calculando el OR un 95% de confianza considerando la significancia

estadística con una $p \leq 0.05$. Además se analizaron las complicaciones de forma individual y su asociación con el estatus laboral de las mujeres también por regresión logística simple calculando el OR un 95% de confianza considerando la significancia estadística con una $p \leq 0.05$. Para el análisis estadístico se utilizó el software Epiinfo versión 7 (CDC).

RESULTADOS

Se incluyeron 318 mujeres la media de la edad fue de 26 años con un valor mínimo de 16 años y el máximo de 43 años. La media del índice de masa corporal fue de 27 con un mínimo de 14 y un máximo de 50. La media de las semanas de gestación del producto fue de 38.7 con una mínima de 22 semanas y un máximo de 41 semanas. El valor medio de consultas fue de 10.3 consultas el valor mínimo fue de 1 consulta y el máximo de 20 consultas. Las complicaciones más frecuentes fueron la infección de vías urinarias, seguida de la vaginitis infecciosa 35.53 %, diabetes gestacional 22.01 %, amenaza de aborto 13.52 %, amenaza de parto prematuro 7.54 %, preeclampsia, eclampsia 5.34 % e hiperémesis gravídica 2.20 %. La prevalencia de las complicaciones de acuerdo a nuestra definición fue de 60.69 % (*infección de vías urinarias, eclampsia, preeclampsia, amenaza de aborto y amenaza de parto prematuro*). Las características sociodemográficas y clínicas se describen en la Tabla 1. Las mujeres trabajadoras presentaron una probabilidad 64% más alta que las no trabajadoras de presentar complicaciones en el embarazo (OR=1.64; IC95 %: 1.04-2.58), además se observó que las mujeres que acudieron a un mayor número de consultas presentaron una probabilidad 61% más baja de presentar complicaciones (OR=0.39; IC 95% 0.22-0.70). **Tabla 1.** En el análisis de las complicaciones de forma individual la infección de vías urinarias las mujeres trabajadoras tuvieron un 75% más probabilidad de padecerla (OR=1.75; IC 95%: 1.12-2.73), las mujeres trabajadoras tuvieron 2.72 veces más probabilidad de padecer una amenaza de aborto que las no trabajadoras (OR=2.72; IC 95%:1.36-5.45), las trabajadoras tuvieron 2.20 veces mayor probabilidad de padecer amenaza de parto prematuro que las no trabajadoras (OR=2.20; IC 95%: 0.91-5.29), las trabajadoras tuvieron una probabilidad 96% más alta de que su embarazo terminara en cesárea (OR=1.96; IC 95%:1.25-3.07). Las asociaciones entre la preeclampsia, la vaginitis infecciosa, la hiperémesis gravídica, la diabetes gestacional y la actividad laboral no fueron significativas. **Tabla 2.**

Tabla 1. OR factores asociados a complicaciones en el embarazo

	N	Complicaciones (%)	OR (Intervalo de confianza 95%)	P
Grupos de edad				
Menor de 20 años	31	51.61	0.67 (0.31-1.41)	0.294
20 - 35 años	254	61.42	1	
Mayor de 35 años	33	63.64	1.09 (0.51-2.33)	0.805
Escolaridad				
Primaria	23	65.22	1	
Secundaria	146	62.33	0.88 (0.351-2.21)	0.790
Bachillerato	102	57.84	0.73 (0.284-1.88)	0.517
Licenciatura	46	58.70	0.75 (0.26-2.14)	0.601
Ocupación				
Ama de casa	162	66.67	1	
Trabajadora	156	54.94	1.64 (1.04-2.58)	0.033
Índice de masa corporal				
Menor de 24.9	112	64.29	1	
Mayor o igual a 25	206	58.74	1	

	N	Complicaciones (%)	OR (Intervalo de confianza 95%)	P
Consultas atención prenatal				
6 o menos consultas	59	42.37	1	
7 o más consultas	259	64.86	0.39 (0.22-0.70)	0.002
Prematurez				
menor de 37 semanas	12	83.33	3.43 (0.73-15.95)	0.115
mayor o igual a 37 semanas	302	59.27	1	
Antecedentes obstétricos				
Gestas				
1ra gesta	128	61.72	1	
2 o más gestas	190	60	0.93 (0.58-1.47)	0.758
Partos				
Sin partos previos	207	60.87	1	
1 parto	95	57.89	0.88 (0.53-1.44)	0.624
2 o más partos	16	75	1.92 (0.60-6.18)	0.269
Cesáreas				
Sin cesáreas	244	60.25	1	
Cesáreas	74	62.16	1.08 (0.63-1.85)	0.768
Abortos				
Sin abortos	265	61.13	1	
Abortos	53	58.49	0.89 (0.49-1.63)	0.719

Tabla 2. OR por complicaciones presentadas en el embarazo

	N = 318	n (%) Trabajadoras	n (%) Ama de casa	OR (intervalo de confianza)	P
IVU					
Sí	167 (52.51)	93 (55.69)	74 (44.31)	1.75 (1.12-2.73)	0.013
No	151	63 (41.72)	88 (58.28)	1	
Vaginitis bacteriana					
Sí	113 (35.53)	57 (50.44)	56 (49.56)	1.08 (0.68-1.72)	0.714
No	205	99 (48.29)	106 (51.71)	1	
Preeclampsia, eclampsia					
Sí	17 (5.34)	10 (58.82)	7 (41.18)	1.51 (0.56-4.08)	0.411
No	301	146 (8.50)	155 (51.50)	1	
Diabetes gestacional					
Sí	70 (22.01)	31 (44.29)	39 (55.71)	0.78 (0.46-1.34)	0.383
No	247	124 (50.20)	123 (49.80)	1	
Amenaza de aborto					
Sí	43 (13.52)	30 (69.77)	13 (30.23)	2.72 (1.36-5.45)	0.005
No	275	126 (45.82)	149 (54.18)	1	
Amenaza de parto prematuro					
Sí	24 (7.54)	16 (66.67)	8 (33.33)	2.20 (0.91-5.29)	0.079
No	294	140 (47.62)	154 (52.38)	1	

	N = 318	n (%) Trabajadoras	n (%) Ama de casa	OR (intervalo de confianza)	P
Hiperemesis gravídica					
Sí	7 (2.20)	3 (42.86)	4 (57.14)	0.77 (0.17-3.51)	0.741
No	311	153 (49.20)	158 (50.80)	1	
Alumbramiento					
Cesárea	175 (55.03)	99 (56.57)	76 (43.42)	1.96 (1.25-3.07)	0.003
Parto	143 (44.86)	57 (39.86)	86 (60.13)	1	

DISCUSIÓN

Los resultados sugieren que la actividad laboral es un factor importante para la presentación de complicaciones en el embarazo OR= 1.64 (IC 95%: 1.04-2.58) 0.033, esto contrasta con lo encontrado por Jansen, Pauline W., et al. (2010) donde no determinaron una asociación entre la actividad laboral y las complicaciones del embarazo²⁴. En el estudio realizado por Bonzini, et al (2007) encontraron un exceso de riesgo de entre 30-50% de complicaciones entre ellas las abordadas por nosotros además de prematuridad y peso al nacimiento de los productos.

De todas las complicaciones analizadas las siguientes fueron estadísticamente significativas asociando la actividad laboral a la infección de vías urinarias OR= 1.75 (IC 95%: 1.12-2.73), la amenaza de parto prematuro OR=2.20 (IC 95%: 0.91-5.29) y la amenaza de aborto OR=2.72 (IC 95%: 1.36-5.45). Así como la actividad laboral afecta en el desenlace del embarazo es decir que existe una asociación mayor en las mujeres que trabajan y el nacimiento por cesárea OR=1.96 (IC 95%:1.25-3.07).

La prevalencia de las complicaciones encontrada en nuestro estudio fue de 60.69% más alta que en el estudio realizado por *Niedhammer et al* (2009) donde la prevalencia en trabajadoras fue de 18.34% de complicaciones en embarazadas²⁵, otros estudios en trabajadoras se acercan más a nuestros resultados como el realizado en mujeres trabajadoras de las fuerzas armadas de los Estados Unidos con una prevalencia de 50.3%²⁶. Las complicaciones en mujeres embarazadas trabajadoras Nuestros hallazgos respecto a la infección de vías urinarias en mujeres trabajadoras fueron más altos 55% que lo reportado en estudios previos 12.9%. La amenaza de parto prematuro encontramos una prevalencia de 66% en las mujeres trabajadoras cuando en estudios previos fue de 16.8%, la prevalencia de amenaza de aborto fue más alta en nuestro estudio 69.7%. Así como la prevalencia del alumbramiento por cesárea en trabajadoras en nuestro estudio fue de 56.57% mientras que encontramos una prevalencia de 66.6% como referencia²⁶.

No encontramos asociación estadísticamente significativa entre la actividad laboral y la complicación por preeclampsia OR= 1.51 (IC 95%: 0.56-4.08) contrastando el resultado con Spinillo et. al., donde se asocian las actividades manuales en el trabajo al desarrollo de preeclampsia en mujeres trabajadoras (1995)²⁷.

Las evidencias entre las complicaciones del embarazo siguen siendo contradictorias en la literatura por lo que esperamos que nuestro estudio en nuestro entorno contribuya a poder dilucidar algunas de las interrogantes en el tema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bonzini, M., *et al.* «Shift work and pregnancy outcomes: a systematic review with meta-analysis of currently available epidemiological studies.» *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology* 118.12 (2011): 1429-1437.
2. «Estadísticas a propósito del Día Internacional de la Mujer» Instituto Nacional de Geografía y Estadística, available from: <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/Contenidos/estadisticas/2013/mujer0.pdf>
3. Ronda E, Hernández MA. Ocupación materna, duración de la gestación y bajo peso al nacer. *Gac Sanit.* 2009; 23(3):179-185
4. Mozurkewich EL, Luke B, Avni M, Wolf FM., Working conditions and adverse pregnancy outcome: a meta-analysis. *Obstet Gynecol* 2000;95:623-35.
5. Wergeland E, Strand K. Working conditions and prevalence of preeclampsia, Norway 1989. *Int J Gynaecol Obstet* 1997;58:189-96.
6. Nurminen T. Shift work, fetal development and course of pregnancy. *Scand J Work Environ Health* 1989;15:395-403.
7. Klebanoff MA, Shiono PH, Rhoads GG. Outcomes of pregnancy in a national sample of resident physicians. *N Engl J Med.* 1990;323:1040-1045.
8. Savitz DA, Olshan AF, Gallagher K. Maternal occupation and pregnancy outcome. *Epidemiology.* 1996;7:269-274.
9. Hatch M, Ji BT, Shu XO, Susser M. Do standing, lifting, climbing, or long hours of work during pregnancy have an effect on fetal growth? *Epidemiology.* 1997;8:530-536.
10. Peoples-Sheps MD, Siegel E, Suchindran CM, Origasa H, Ware A, Barakat A. Characteristics of maternal employment during pregnancy: effects on low birthweight. *Am J Public Health.* 1991;81:1007-1012.
11. Tuntiseranee P, Geater A, Chongsuvivatwong V, Kor-anantakul O. The effect of heavy maternal workload on fetal growth retardation and preterm delivery. A study among southern Thai women. *J Occup Environ Med.* 1998;40:1013-1021.
12. Cerón-Mireles P, Harlow SD, Sánchez-Carrillo CI., The risk of prematurity and small-for-gestational-age birth in Mexico City: the effects of working conditions and antenatal leave. *Am J Public Health.* 1996;86:825-831.
13. Henriksen TB, Hedegaard M, Secher NJ. The relation between psychosocial job strain, and preterm delivery and low birthweight for gestational age. *Int J Epidemiol.* 1994;23:764-774.
14. Rabkin CS, Anderson HR, Bland JM, Brooke OG, Chamberlain G, Peacock JL. Maternal activity and birth weight: a prospective, population-based study. *Am J Epidemiol.* 1990;131:522-531.
15. Saurel-Cubizolles MJ, Kaminski M, Rumeau-Rouquette C. Activité professionnelle des femmes enceintes, surveillance prénatale et issue de la grossesse [Occupational activities of pregnant women, prenatal care and pregnancy outcome]. *J Gynecol Obstet Biol Reprod.* 1982;11:959-967.
16. Fortier I, Marcoux S, Brisson J. Maternal work during pregnancy and the risks of delivering a small for-gestational-age or preterm infant. *Scand J Work Environ Health.* 1995;21:412-418.
17. Armstrong BG, Nolin AD, McDonald AD. Work in pregnancy and birth weight for gestational age. *Br J Ind Med.* 1989;46:196-199.
18. Naeye RL, Peters EC. Working during pregnancy: effects on the fetus. *Pediatrics.* 1982;69:724-727.
19. Launer LJ, Villar J, Kestler E, De Onis M. The effect of maternal work on fetal growth and duration of pregnancy: a prospective study. *Br J Obstet Gynaecol.* 1990;97:62-70.
20. Tuntiseranee P, Olsen J, Chongsuvivatwong V, Limbutara S. Socioeconomic and work related determinants of pregnancy outcome in southern Thailand. *J Epidemiol Community Health.* 1999;53:624-629.
21. Brandt LP, Nielsen CV. Job stress and adverse outcome of pregnancy: a causal link or recall bias? *Am J Epidemiol.* 1992;135:302-311.
22. Dávalos, José. *Derecho del Trabajo I*, México D.F: Editorial Porrúa (1990).
23. Feinberg, J. S., and C. R. Kelley. «Pregnant workers. A physician's guide to assessing safe employment.» *Western Journal of medicine* 168.2 (1998): 86.
24. Jansen, Pauline W., *et al.* «Employment status and the risk of pregnancy complications: the Generation R Study.» *Occupational and environmental medicine* 67.6 (2010): 387-394.
25. Niedhammer, Isabelle, *et al.* «Occupational predictors of pregnancy outcomes in Irish working women in the Lifeways cohort.» *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology* 116.7 (2009): 943-952.

26. Armed Forces Health Surveillance Center (AFHSC. «Update: Complications and care related to pregnancy, labor and delivery, active component, US Armed Forces, 2001-2010.» *MSMR* 18.12 (2011): 2.
 27. Spinillo A, Capuzzo E, Colonna L, Piazzì G, Nicola S, Baltaro F. The effect of work activity in pregnancy on the risk of severe preeclampsia. *Aust N Z J Obstet Gynaecol* 1995;35:380–385.
 28. Palmer, Keith T., *et al.* «Work activities and risk of prematurity, low birth weight and pre-eclampsia: an updated review with meta-analysis.» *Occupational and environmental medicine* 70.4 (2013): 213-222.
-

MEDICINA y SEGURIDAD *del trabajo*

Originales

Methodology implementation in order to evaluate the biological risks in the Centre for Research and Rehabilitation of Hereditary Ataxias of Cuba. A biosecurity surveillance method

Aplicación de la metodología para la evaluación del riesgo biológico en el Centro para la Investigación y Rehabilitación de las Ataxias Hereditarias, Cuba. Una forma de vigilancia en Bioseguridad

Dailín Cobos Valdes¹, Yaime Vazquez Mojena², Danny Coello Almarales², Dennys Almaguer Gotay²

1. Head of department of Research and Development. Cuba.

2. Molecular Neurobiology Research. Cuba.

Recibido: 06-06-14

Aceptado: 07-11-14

Correspondencia

Dailín Cobos Valdes

Head of department of Research and Development. Assistant Profesor. Aggregate Research.

3rd street, 4th corner. Peralta Neighborhood. Immunology and Blood by Product Center.

Los Álamos Avenue between Lenin Avenue and Mariana de La Torre Street.

CP. 80 100. Holguín. Cuba.

Telephone: (53) (24) 427663. Fax: (53) (24) 427664.

Correo electrónico: cibho@cibho.hlg.sld.cu

dailin@cibho.hlg.sld.cu

Abstract

Introduction: The Center for Research and Rehabilitation of Hereditary Ataxias faces biological risks. Nevertheless a Biosafety system was not yet implemented.

Objective: To apply the methodology in order to evaluate these risks

Materials and Methods: Interview with the researchers of the center and the use of the methodology for evaluating biological risks designed for Cobos, 2009.

Results: Fifty-three biological risks were identified and evaluated, 32 as moderated, 18 as tolerable and 3 as trivial. Such classification are crucial to establish its management priorities and represent a way of surveillance in Biosafety field.

Conclusion: The results of this research represent an essential factor for the Biosafety documentation development adapted to the Center and according to the legal basis in terms of biological safety in Cuba.

Med Segur Trab (Internet) 2014; 60 (237) 620-626

Key words: *Biological risk; Biosafety; Methodology; Evaluation*

Resumen

Introducción: El Centro para la Investigación y Rehabilitación de las Ataxias Hereditarias presenta riesgo biológico, sin embargo no tiene implementado un sistema de bioseguridad.

Objetivo: Aplicar la metodología para evaluar este tipo de riesgo.

Materiales y Métodos: Entrevistas con los trabajadores del centro y el empleo de la metodología diseñada por Cobos, 2009.

Resultados: Cincuenta y tres riesgos biológicos fueron identificados y evaluados, de ellos 32 moderados, 18 tolerables y 3 triviales. Esta clasificación es muy importante para establecer prioridades para su gestión, además representa una manera de establecer vigilancia en bioseguridad.

Conclusión: Los resultados de esta investigación representan un factor esencial para el desarrollo de la documentación de bioseguridad ajustada a las características de la entidad de acuerdo a la base legal en materia de seguridad biológica en Cuba.

Med Segur Trab (Internet) 2014; 60 (237) 620-626

Palabras clave: *Riesgo biológico, bioseguridad, metodología, evaluación.*

INTRODUCTION

The work with pathogenic microorganism in Microbiology Laboratory is development in special environment that damaged the health of the workers and it has negatives consequences for the environment. The main features of them take a place for the biological aspect, mainly microorganism and their metabolism's products and the other hand biological samples that can present biological agents. The development of the genetically engineer, the study of the infection diseases and the production of the biological product need laboratories with systems of safety, specific equipment and rooms with specific constructive features to decrease biological risk. This kind of risk represent la probability of appearance and the level of consequences of a negative event relationship with the work with biological agents that affecting to men, their community and environment¹. When the people keep touch with biological agents, they must know the process to management biological risks. Inside of this process take place the evaluation risks as scientific methods. The main activity can change. It could apply to technological process as biopharmaceutical industry, chemical, mechanical and others.

On the other hand, the Center for Research and Rehabilitation of Hereditary Ataxias, institution of science and technological innovation belongs to health sector in Holguin province. It makes researches in the field of the hereditary ataxias directed to looking for a therapy to modify the evolutive course and the severity of the illness, beside it provide medical assistance for improving the quality of life in families with ataxias. The laboratory personnel handle blood, saliva, amniotic fluid of patients to perform the molecular diagnosis of hereditary ataxias and other neurodegenerative disorders and controlled clinic trials for this illness and neurological tissues due to the research projects. Nevertheless, this Center must design its Biosafety's system to management biological risk to an acceptable level.

Nowadays, there are different methods for evaluating biological risk, one of them is Biogaval Method that it brings prevention and practical value for evaluating the biorisk^{2,3}. This method can apply in many activities of any country but it uses the list of biological agents of Spain, vaccine program and other own elements of Spain. As a result of that, a methodology to evaluate biological risk was designed according to the Cuban legal bases of Biosafety and it applied with excellent results during 2009 in Immunology and blood by product Center. This methodology analyze the biological risks for process and biological material, of all them examine elements for determining consequences and probabilities and finally the join of this results permit to get a level for the risk.

In spite of both institutions have different social object, there are biological risks. As a matter of fact, the main goal of this research is to apply the same methodology in the Center for Research and Rehabilitation of Hereditary Ataxias to provide qualitative and quantitative dates for improving the perception, management and control of biological risk. This result will be the pedestal for strategic decisions making, prevention and program planning and Biosafety standards.

METHODS

Obtaining information

Interview to specialists were realized to define the processes with biological risks.

METHODOLOGY

The methodology to evaluate biological risk was proposed by⁴ and it is available in *Revista Electrónica «Ciencias Holguín»*. Vol. XV (4), diciembre 2009. <http://www.ciencias.holguin.cu>, but this tool proposes:

- Step I: Identification of the process with biological risk.
 - Step II: Name of manipulated biological material.
 - Step III: Classification of biological agents that can appear in the biological material.
 - Step IV: Classification of biosafety level of the area according to the Resolution 38/2006⁵ and Resolution 8/ 2002.
 - Step V: Verifying the fulfillment of biosafety main principles according to the biosafety level defined in Resolution 103/2002⁶.
 - Step VI: Identification of biohazard.
 - Step VII: Valuation of Consequences.
 - Step VIII: Valuation of Probabilities.
 - Step IX: Determination of the magnitude of the biological risk.
- Is very important say that the magnitude of the biological risk was determined for the matrix of working risk evaluation, 2004 (See [table 1](#)).

Table 1. Determining the magnitude of the risk

	CONSEQUENCES			
	Low	Average	High	
P	Low	Trivial (TR)	Tolerated (TO)	Moderated (MO)
R		Tolerated	Moderated	Important (IM)
O		Moderated	Important	Severe (SE)
B	Average	Trivial (TR)	Tolerated (TO)	Moderated (MO)
A		Tolerated	Moderated	Important (IM)
B		Moderated	Important	Severe (SE)
I	High	Trivial (TR)	Tolerated (TO)	Moderated (MO)
L		Tolerated	Moderated	Important (IM)
I		Moderated	Important	Severe (SE)
T				
I				
E				
S				

RESULTS

The methodology allowed the identifying of dangers for process and biological materials.

The Center for Research and Rehabilitation of Hereditary Ataxias contain two areas with biological areas: Neurophysiology and Neuropathology.

Neurophysiology has a Biosafety level 2 to small scale with one process with biological risk: Electromiography: analyze the state of the muscles in patients with ataxia SCA 2.

On the other hand, Neuropathology has a Biosafety level 2 to small scale with four processes with biological risk:

Take of sample: methods for obtaining samples for molecular studies.

Handling of deoxyribonucleic acid (DNA): purification's methods of DNA for molecular studies. Transportation of biological material: transfer of biological material (amniotic fluid, DNA, blood and neurological tissue) to analytical laboratory.

Neurological study: working these samples as a result of research project that executed in the Center.

Fifty-three risks were identified and evaluated. They were classified in 32 moderated with 60 %, 18 tolerable with 34 % and three trivial with 6 % for obtaining a better management of them (See table 2). The main biological risks were: puncture with syringe, cutting with broken glasses, handling of human nervous tissues and exposition to droplet of air.

Table 2. Quantity of identified biological risks and their classifications

Classification	Quantity	Percent
Moderated	32	60
Tolerated	18	34
Trivial	3	6
Total	53	100

DISCUSSION

The analysis of evaluation risk by means of percent showed the risk classified as moderated with the highest value because the institution doesn't have any activity planned of Biosafety and it represents the first step in this subject. Also, there are not risks evaluated as important and severe because the Center presents some knowledge about Biosafety due to the academic formation of some workers and they have some resources to management the Biosafety, as a matter of fact there has not been any accident due to biological risks. Something risks are mentioned: splash and shedding of infectious liquids, exposition to aerosols, puncture with needle, manipulated tissues.

On the other hand, about the principles that were analyzed, the design of the installation and the protection equipment were the most critical because the Center doesn't have investments overlooking constructive remodeling process. As a matter of fact according to the resolution number 103 in 2002, the Center has promote the organization in their process, people and materials, beside they must increase the management of shopping of protection equipment. Experts responsible for the activity itself should implement documentation Biological Safety on current legal base in the country.

The main biological agents according to the handle biological material are:

Hepatitis B virus.

Hepatitis C virus.

Human immunodeficiency virus.

These biological agents belong to Biosafety's level 1 and 2 that affecting to the men and they were described by Bermúdez, 2011 in the dental activities and others institution of health⁷. The main features, survive conditions, reservoir, zoonoses, vectors, treatments, control measurements of each one of identified biological agents were exposed. These results are very important for choosing of specific disinfectant, making kit specific antibiotic for fighting against them and other actions that the Center will realize about Biosafety.

This methodology allowed defining consequences and probabilities for determining the magnitude of the risk, therefore arrangement the work for management and decreasing biological risks to acceptable level.

The results represented the bases of Biosafety system and they are the principal results for developing the process of take decisions up the scientific knowledge and current information according⁸⁻¹¹.

This risk's evaluation will be useful to the projection and the improvement of management of health and safety and particularly Biosafety. Its results are the bases in the Center to Research and Rehabilitation of Hereditary Ataxias for:

- Definition of requirements of aptitude of the personal for the work or process.
- Making rules's of safety and Biosafety, others rules and instructions.
- Designe of formation's plans.
- Inclusion of safety's requirements as a parameter's quality in the new projects of construction, methods of work and others activities.
- Making standard rules.
- Specific Prevention programs specific for the Center.
- To join of Safety and Health Management System with Quality and Protection of the Environment.
- Applying the internal controls for verifying the fulfillment of requirements.
- Making safety authorizations for different levels.

These aspects defined by^{12,13} are the most important for the specialists that will be responsible to control the fulfillment about Biosafety in the Center for Research and Rehabilitation of Hereditary Ataxias. They shape a document defined as Biosafety Program that will be the next activity for applying in this Center.

These results had a similar behavior with the study realized in Immunology and blood by product center due to:

There are not risks classified like severe and the identified biological agents belonged to first and second level, nevertheless in this study were found more virus that bacterias in comparison with the other research because of the samples manipulates in the Center for Research and Rehabilitation of Hereditary Ataxias.

On the other had the quantity of risks in this research was lower than the other study because the Center for Research and Rehabilitation of Hereditary Ataxias presents fewer processes with biological risks.

It is important to mention that research reveals the value of the evaluation of risks as described the Specification of common management system requirements as a framework for integration when expresses: the risk assessment is the main driving force of the systems management of health and safety at work and the others, and probably that it appears in future standars of systems management (PAS 90: 2008)^{14,15}.

CONCLUSIONS

The application of the methodology to evaluate biological risks in the Center for Research and Rehabilitation of Hereditary Ataxias allowed the identification of the areas and processes with biological risks. In addition, 53 biological risks were evaluated as: 32 risks moderated, 18 tolerable and three trivial according to the process and materials handles. These results are the bases for designing the next activities about Biosafety for management the biological risks and they showed that this methodology can be applied in different situations where the biological risk is there.

REFERENCES

1. Resolution No. 8 of Decret Law 190 (Jan 17, 2000) General documents of Biosafety for the centers that present biological agents, their products, organism and small samples with genetical information. Cuba. Science and Technology of the Environment Minister.
2. Llorca, J., Benavent, S., Laborda, R., Soto, P., Belenguer, R., Gil, A., y colaboradores. Practical Manual for biological risk assessment in various activities. Safety and Health at Work, 2004, No. 45.
3. Vázquez, J.I. (2011) *Application of Method BIOGAVAL Biobazard assessment in the Clinical Microbiology Laboratory and Clinical Surgical Teaching Hospital "Dr. Gustavo Lima Aldereguía"*. (Master Dissertation), Institute of Sciences and Applied Technology, La Habana.
4. Cobos, D., Vázquez, J. I., Cedeño, M. C., Rodríguez, A. (2009), Methodology to evaluate biological risks, *Revista Electrónica Ciencias Holguín* [Internet]. [cited 27 Feb 2013.], Vol. XV (4). Avalaible from: <http://www.ciencias.holguín.cu>
5. Resolution No. 38 of Decret Law 190 (Mar 24, 2006), Official list of biological agents affecting man, animals and plants. Cuba. Science and Technology of the Enviroment Minister.
6. Resolution No. 103 of Decret Law 190 (Oct 3, 2002), Regulations for the establishment of requirements and procedures biological safety facilities in which makes use of agents biological and products, these agencies and fragments with information genetics. Cuba. Science and Technology of the Environment Minister.
7. Bermúdez, R., Verdera, J., Cancio, I., Cabrera, M. 2011. *Biosafety and AIDS*. 57 p.
8. Argote, E. (2009) *Analysis of the risks: evaluation, management and communication. Techniques for the evaluation* [Power Point Presentation], La Habana: Support for the education.
9. Contreras, C. *Biological Agents*. Master in Science, Health Occupational Speciality. [cited 2 Mar 2009]. Avalaible from: http://www.cepis.org.pe/foro_hispano/BVS/bvsamat/agentes.pdf
10. Torres, A., Perdomo, M., Rivero, J. (2011). Computerized matrix of safety basic principles: a useful alternative for their learning and application. *Ingeniería Mecánica*, 14(3).
11. Cedeño, M. (2011). *Evaluation of biological hazards in the bacteriological diagnosis of human tuberculosis by applying the method Biobazard Intrinsic Minimum*. (Master Dissertation), Institute of Sciences and Applied Technology, La Habana.
12. Agüero, B. (2005), Organization of the Biosafety. In: *Manual of inspection of Biosafety*. Editorial Academia. La Habana. p. 80-99.
13. Cobos, D. (2010) *Biosafety's program in Immunology and Blood by Product Center* (Master Dissertation), Institute of Sciences and Applied Technology, La Habana.
14. Specification of common management system requirements as a framework for integration. PAS 99: 2008. Cuban National Bureau of Standards. 27 pages.
15. Laboratory Biorisk Management Standard. International Biorisk Standard Development Initiative. CWA 15793:2008. 50 pages.



Originales

El examen de seis músculos individuales: ¿Puede representar un enfoque diagnóstico de trastornos neuropáticos de los miembros superiores?

Can testing of six individual muscles represent a screening approach to upper limb neuropathic conditions?

Jørgen Riis Jepsen^{1,2} Jose Hernán Alfonso^{3,4}

1. Departamento de Medicina Laboral, Hospital de South-western Jutland. Østergade 81-83, Esbjerg DK-6700, Dinamarca.
2. Centre of Maritime Health and Society, University of Southern Denmark, Niels Bohrs Vej 9-10, Esbjerg DK-6700, Dinamarca.
3. Departamento de Medicina Ocupacional y Ambiental. Hospital Universitario de Oslo. Noruega.
4. Departamento de Medicina Ocupacional y Epidemiología. Instituto Nacional de Salud Ocupacional. Noruega.

Recibido: 13-11-14

Aceptado: 18-11-14

Correspondencia

Jose Hernán Alfonso

Correo electrónico: jose.alfonso@stami.no

© 2014 Jepsen; licensee BioMed Central Ltd. Este artículo ha sido publicado en inglés en BMC Neurology 2014, 14:90 La versión en inglés se halla disponible online en <http://www.biomedcentral.com/1471-2377/14/90>

El primer autor cuenta con el Copyright del artículo; su uso, distribución y reproducción están permitidos siempre que se reconozca el trabajo original (términos de Creative Commons AttributionLicense (<http://creativecommons.org/licenses/by/2.0>).

La adaptación a la lengua castellana fue realizada por el segundo autor y el contenido médico científico del mismo es fiel al artículo original.

Las experiencias clínicas aquí mencionadas pertenecen al Departamento de Medicina Laboral de Esbjerg, Dinamarca.

Resumen

Antecedentes: Se ha demostrado anteriormente que un examen neurológico exhaustivo de la función muscular individual de los miembros superiores, de la sensación en zonas inervadas homónimas y la alodinia en nervios y tronco es confiable y el resultado refleja los síntomas. Debido a que este enfoque puede parecer complicado y que requiere mucho tiempo, este estudio se ocupa de la validez de un examen que se limita al chequeo manual de sólo seis músculos.

Métodos: Dos examinadores cegados al estado de los síntomas realizaron exámenes musculares de manera manual de seis músculos en 82 miembros superiores con o sin dolor, debilidad y/o entumecimiento/hormigueo. Los seis músculos representan tres pares antagonistas (pectoral mayor/ deltoideo posterior, bíceps/tríceps y flexor radial de la muñeca/extensor radial corto de la muñeca). La fiabilidad entre calificadoros para detectar debilidades musculares y la relación de la debilidad con los síntomas mencionados se analizaron por medio de la análisis kappa.

Resultados: Los dos examinadores reconocieron debilidad en 48 y 55 miembros respectivamente, con una coincidencia moderada (valor mediano de kappa = 0,58). De estos, 35 y 32 miembros respectivamente fueron sintomáticos. Hubo una buena correlación entre los hallazgos y los síntomas para un examinador

(kappa = 0,61) y una correlación justa para el otro (kappa = 0,33). La sensibilidad fue alta (0,92 y 0,84) para ambos, pero la especificidad menos satisfactoria (0,70 y 0,50). La debilidad tuvo una correlación moderada con los síntomas (kappa = 0,57) para los dos examinadores.

Conclusiones: Debilidad muscular en uno o más músculos estuvo presente en casi todos los miembros sintomáticos pero también en muchos miembros asintomáticos. El examen manual de seis músculos puede representar un enfoque diagnóstico para los trastornos neuropáticos de miembros superiores pero un diagnóstico confirmativo requiere más evaluaciones.

Med Segur Trab (Internet) 2014; 60 (237) 627-644

Palabras clave: Examen neurológico, examen muscular, trastornos neuropáticos, miembros superiores, debilidad muscular, enfermedades ocupacionales.

Abstract

Background: It has previously been demonstrated that an extensive upper limb neurological examination of individual muscle function, sensation in homonymous innervated territories, and nerve trunk allodynia is reliable and that the outcome reflects symptoms. Since this approach may appear complicated and time consuming, this study deals with the value of an examination limited to manual testing of only six muscles.

Methods: Two examiners blinded to symptom status performed manual muscle testing of six muscles in 82 upper limbs with or without pain, weakness, and/or numbness/tingling. The six muscles represent three antagonist pairs (pectoralis major/posterior deltoid, biceps/triceps, and radial flexor of wrist/short radial extensor of wrist). The inter-rater reliability of detecting muscular weaknesses and the relation of weakness to the mentioned symptoms were analysed by kappa-statistics.

Results: The two examiners recognized weaknesses in 48 and 55 limbs, respectively, with moderate agreement (median kappa = 0.58). Out of these, 35 and 32 limbs, respectively, were symptomatic. There was good correlation between findings and symptoms for one examiner (kappa = 0.61) and fair correlation for the other one (kappa = 0.33). Both reached high sensitivity (0.92, 0.84) but less satisfactory specificity (0.70, 0.50). Weaknesses agreed upon by the two examiners correlated moderately with symptoms (kappa = 0.57).

Conclusions: Weakness in one or more muscles was present in almost all symptomatic limbs but in many non-symptomatic limbs as well. Manual testing of six muscles may represent a useful screening approach to upper limb neuropathic conditions, but a confirmative diagnosis requires further assessment.

Med Segur Trab (Internet) 2014; 60 (237) 627-644

Key Words: neurological examination, muscle testing, upper limb pain, muscle weakness, neuropathic disorders, occupational diseases

INTRODUCCIÓN

La alta prevalencia de los trastornos en los miembros superiores con relación al trabajo, sus efectos en la calidad de vida y capacidad en el trabajo y el progreso limitado en relación al diagnóstico, manejo y prevención requieren nuevas perspectivas en este campo de investigación y práctica^{1,2}.

En particular, hay una clara necesidad de consenso en relación a los exámenes físicos y criterios de diagnóstico de una eficacia diagnóstica suficiente. Palmer y Cooper estiman que un enfoque físico convencional permite la clasificación diagnóstica de solo un cuarto de pacientes con trastornos en las extremidades superiores con relación al trabajo³.

Se considera a menudo que los pacientes restantes sufren de los llamados trastornos «no específicos» que pueden precisarse, por ej. «síndrome por esfuerzo de repetición» que indica un estado de patofisiología poco clara y que se lo asocia con exposiciones adversas de trabajo físico. Aún con la ausencia de pruebas de apoyo en términos de hallazgos físicos, hay también una tendencia a diagnosticar a muchos de los pacientes con trastornos en las extremidades superiores de acuerdo a la ubicación dominante de los síntomas, por ejemplo, epicondilitis con dolor en el codo o trastorno del manguito rotador con dolor en el hombro. Dichos diagnósticos, sin embargo, no reflejan el tipo de tejido lesionado, la localización ni la patología implicada. Si los síntomas han de considerarse de naturaleza neuropática, es probable que estos pacientes sean sometidos a estudios electrofisiológicos o de imagen en lugar de un examen exhaustivo de las funciones de los nervios periféricos de miembros superiores.

El valor de las definiciones de casos (criterios de diagnóstico que consisten en una combinación de síntomas y señales que caracterizan determinado trastorno) está en la utilidad práctica de distinguir grupos de personas con los mismos síntomas y/o características físicas o cuya enfermedad comparta las mismas causas o determinantes de resultado. Por lo tanto, la mejor definición de caso diagnóstico para un trastorno puede variar de acuerdo al propósito, por ejemplo, epidemiológico o clínico para la cual está siendo aplicada⁴. Aún así, la definición de caso debe reflejar el tejido lesionado y su ubicación.

Muchos de los pacientes con trastornos en miembros superiores presentan una tríada de síntomas que consisten en debilidad, entumecimiento/hormigueo y dolor, frecuentemente de carácter neuropático. Estos síntomas sugieren una implicación de los nervios periféricos. Los patrones de anomalías neurológicas definidos por la ramificación e inervación nerviosa (debilidad muscular selectiva⁵, anomalías sensoriales y alodinia mecánica de los troncos nerviosos) pueden reflejar una neuropatía focal en miembros superiores con localizaciones específicas.

Esto resultó en el desarrollo y la validación de una evaluación neurológica exhaustiva, sistemática y detallada de miembros superiores con el objetivo de complementar el examen físico convencional en pacientes derivados a un departamento de medicina laboral. El examen neurológico está basado en la probabilidad de una incapacidad en funciones motrices y sensoriales distales a un segmento atrapado de un nervio que inerva y en el hecho de que el nervio va a presentar un dolor anormal al momento de palparlo en la localización del atrapamiento.

Se ha demostrado que este examen es confiable y capaz de descubrir la presencia de patrones neurológicos en miembros superiores sintomáticos y su ausencia en miembros asintomáticos⁶⁻⁸. En consecuencia, esta evaluación neurológica puede ser significativa, en particular cuando falla el examen físico convencional para identificar anomalías. Este fue el caso en 13 de 16 miembros sintomáticos que de otro modo, no podrían haberse caracterizado diagnósticamente, es decir, «dolor de brazo no específico»⁸.

Los clínicos que están menos familiarizados con las propiedades biomecánicas de los músculos y con el curso de los nervios de las extremidades superiores y su inervación muscular y cutánea pueden considerar dicho examen neurológico exhaustivo^{6,7} como un examen que requiere mucho tiempo, difícil de realizar e interpretar. Por lo tanto, un

método de evaluación diagnóstico simple en los nervios de las extremidades superiores sería de importancia. En la reunión de 1993 de La Sociedad Escandinava para la Cirugía de Mano, Hagert presentó un examen basado en el chequeo manual del músculo de seis músculos que fueron seleccionados de 60 músculos del hombro y miembros superiores para reflejar la neuropatía focal con localizaciones específicas (pectoral mayor/deltoideo posterior, bíceps/tríceps y flexor radial de la muñeca/extensor radial corto de la muñeca). Este examen fue desarrollado para reflejar neuropatía focal con localizaciones específicas. Concluyó que una aflicción en la ramificación nerviosa de los miembros superiores era improbable con fuerza normal en estos músculos así como también en el abductor pequeño del dedo meñique, el abductor pequeño del dedo pulgar y el extensor ulnar de la muñeca. Una publicación más reciente brinda una descripción detallada de la técnica para el examen de ocho músculos que son representativos de los nervios de los miembros superiores y de la interpretación de los resultados⁵.

Los seis músculos que Hagert (Tabla I) sugiere, fueron seleccionados para este estudio porque son simples de recordar y examinar. Además, son razonablemente representativos de cuatro (de las cinco raíces cervicales que forman el plexo braquial (C5, C6, C7 y C8) (Figura 1) así como también del plexo braquial y la mayoría de los nervios individuales de los miembros superiores. Por lo tanto, es probable que uno o más de estos músculos estén implicados en muchas afecciones de los nervios de los miembros superiores. La debilidad en estos músculos puede reflejar neuropatía focal periférica y, de acuerdo a la experiencia, es un hallazgo común si se lo busca.

Este estudio tiene como objetivo aclarar dos preguntas que son cruciales para evaluar en qué medida un examen limitado es un enfoque inicial físico viable en los nervios de los miembros superiores:

¿Es posible identificar de manera confiable la debilidad en los seis músculos seleccionados de miembros superiores?

La presencia de debilidad en cualquiera de estos seis músculos ¿tiene correlación con las quejas de los pacientes en cuanto a dolor, debilidad y/o entumecimiento/hormigueo?

MÉTODOS

Pacientes

Los pacientes que participaron eran idénticos a aquellos en la serie previamente estudiada de 41 pacientes derivados consecutivamente: 22 pacientes de sexo masculino con edad mediana de 44 años (rango 29-61) y 19 pacientes de sexo femenino con edad mediana de 39 años (rango 25-52). Antes del examen, los pacientes del estudio fueron seleccionados de acuerdo a criterios definidos entre pacientes con cualquier tipo de trastorno (limitado o no a los miembros superiores) derivados al Departamento de Medicina Laboral, Hospital South-western Jutland, Esberg. Diecisiete pacientes fueron excluidos porque se sabía por contactos anteriores, que tenían problemas de comunicación, que habían pasado anteriormente por cirugía de miembros superiores o porque su apariencia sugería fácilmente que padecían una enfermedad tal como asma o enfermedad lumbar incapacitante. Quince pacientes se negaron a participar. Por razones de capacidad (máximo un paciente en estudio por día), diez pacientes comparables con los pacientes del estudio con respecto al patrón de enfermedad y gravedad, también fueron excluidos.

Veintidós pacientes fueron derivados debido a quejas acerca de un miembro y cinco pacientes debido a quejas acerca de ambas extremidades superiores. De nueve pacientes derivados por razones no relacionadas con quejas acerca de los miembros superiores, seis pacientes presentaron quejas y tres pacientes se habían quejado acerca de los miembros superiores. Cinco pacientes no presentaban quejas actuales o previas acerca de los miembros superiores⁶⁻⁸.

Los pacientes representaban un amplio espectro de enfermedades con respecto a la gravedad y la duración. Fueron derivados preferentemente para evaluar las probabilidades de que el trastorno estuviese relacionado con el trabajo y las consecuencias para la vida laboral futura. Los pacientes que presentaron quejas acerca de los miembros superiores fueron derivados sin diagnóstico específico o se interpretó que sus quejas estaban relacionadas con condiciones tales como trastorno del manguito rotador, epicondilitis o síndrome del túnel carpiano. Por lo tanto, los síntomas pueden o no estar relacionados con un trastorno neurológico. El diagnóstico de interconsulta de los pacientes que no fueron derivados debido a quejas de los miembros superiores fueron por ejemplo: dermatitis o asma.

El estudio cumplió con la Declaración de Helsinki. Fue aprobado por el Comité de Ética (De Videnskabetiske Komitéer for Region Syddanmark) y se obtuvo la firma del consentimiento informado de todos los participantes.

Fiabilidad entre calificadores

Todos los pacientes se sometieron a idénticas evaluaciones neurológicas de cabecera por parte de dos examinadores. No hubo comunicación entre los dos examinadores. Los exámenes tuvieron lugar en salas separadas y se llevaron a cabo uno inmediatamente después del otro. Ambos examinadores desconocían completamente las características de los pacientes y la comunicación con ellos se limitó a instrucciones relacionadas con el examen. Mientras el examen consistió en los puntos informados anteriormente (14 músculos individuales así como también alodinia mecánica y sensorial de los troncos nerviosos en localizaciones definidas^{6,7}), el estudio actual sólo evaluó el resultado de la prueba manual de seis músculos individuales de miembros superiores (en ambos lados) que representan tres pares antagonistas (Tabla I).

Tabla I. Prueba manual de tres pares de músculos antagonistas en 82 extremidades superiores

Par músculo antagonista	Músculo	Nervio	Debilidad		Concordancia relativa % [6]	Valor-kappa (intervalos de confianza) [6]	Posición de salida para la prueba muscular [6]
			Exam. 1	Exam. 2			
I	Pectorales mayores	Pectorales	16	21	84	0.55 (0.34-0.76)	90 grados flexión hombro. Extremidades superiores puestas horizontalmente, antebrazos en pronación. (Figuras 2 y 3)
	Deltoideo posterior	Axilar	48	50	80	0.59 (0.42-0.77)	
II	Bíceps braquial	Musculocutáneo	36	31	79	0.57 (0.40-0.75)	90 grados flexión del codo. Parte superior de brazos verticalmente contra laterales del pecho y antebrazos horizontales. La función supinadora del bíceps también puede testarse. (Figuras 4 y 5)
	Trícepsbraquial	Radial	34	33	87	0.72 (0.57-0.88)	
III	Flexor radial de la muñeca	Mediano	32	32	77	0.46 (0.25-0.66)	90 grados flexión del codo. Antebrazos descansan sobre muslos: para la prueba del flexor radial de la muñeca, los antebrazos en supinación y dedos flexionados. Para la prueba del extensor radial corto de la muñeca antebrazos en pronación y dedos extendidos (Figuras 6 y 7)
	Extensor radial corto de la muñeca	Radial	29	20	84	0.69 (0.53-0.85)	

Las habilidades técnicas en el procedimiento manual de prueba de fuerza muscular son cruciales. Se necesita algo de experiencia para realizar el examen correctamente y para interpretar si la fuerza es normal o reducida. Puede resultar difícil de evaluar la fuerza levemente reducida. Ambos examinadores habían aprendido la técnica de examinación poco tiempo antes del estudio. Un examinador la había utilizado durante dos años antes del estudio y el otro durante solo dos meses para seguir una actualización de la anatomía de miembro superior y la examinación supervisada de 20 pacientes.

Figura 1. Raíces, plexo braquial y nervios periféricos de miembros superiores. Esquema e inervación de los seis músculos seleccionados de miembros superiores

C5	C6	C7	C8	Th1
Deltoides				
Bíceps braquial				
		Pectoral		
		ECRB		
		FCR		
		Triceps		

Procedimiento para la prueba manual, semi cuantitativa, isométrica del músculo

Cada par antagonista de músculos fue examinado estrictamente de manera sistemática desde los dos músculos proximales hasta los dos músculos distales. El lado derecho e izquierdo fueron evaluados simultáneamente con la extremidad posicionada de manera que optimizara la función aislada de las extremidades examinadas en particular (Tabla I)^{6,10}.

Los brazos del paciente estaban elevados horizontalmente hacia adelante manteniendo los codos completamente extendidos, los antebrazos en pronación, las muñecas en posición neutral y la mano apretada. El examinador de pie delante del paciente, la aducción del brazo (músculos pectorales) y abducción (deltoideo posterior) fueron examinados aplicando fuerza contra las muñecas del paciente desde adentro hacia afuera y desde afuera hacia adentro respectivamente (Figuras 2 y 3 respectivamente). La posición preferida de salida para el deltoideo posterior es hacer que el paciente mantenga los brazos 30 grados hacia afuera.

II. La parte superior de los brazos del paciente ahora se mantienen a los costados del pecho, los codos flexionados en ángulo recto y apoyados contra el respaldo de la silla, los antebrazos apuntando hacia adelante manteniéndose en posición neutral, las muñecas en posición neutral y manos cerradas. El examinador, de pie delante del paciente, se inclina hacia adelante y hacia las muñecas del paciente, pidiéndole que lo «cargue» (flexión del codo, definido como bíceps) (Figura 4). Finalmente, de pie detrás del paciente, el examinador levanta las muñecas del paciente hacia arriba (tríceps) contra la resistencia del paciente (Figura 5).

III. El paciente se inclina hacia adelante descansando los antebrazos en los muslos con las muñecas apenas lejos de las rodillas. El paciente mantiene los antebrazos en supinación completa, las manos cerradas y las muñecas ligeramente flexionadas y el examinador se inclina hacia adelante y presiona la articulación interfalángica proximal de los nudillos de los dedos índice y medio con el fin de extender las muñecas del paciente (FCR) (Figura 6). El paciente mantiene los antebrazos en pronación completa, las manos abiertas y las muñecas extendidas y el examinador se inclina hacia adelante y presiona contra los nudillos de los dedos índice y medio con el fin de flexionar las muñecas del paciente (ECRB) (Figura 7).

Se pueden aplicar varios sistemas de clasificación para la evaluación de la función muscular. Este estudio, así como también el índice de Motricidad y la Puntuación Motora utilizan el sistema de clasificación del Consejo de Investigaciones Médicas¹¹, y todos estos

sistemas de clasificación buscan caracterizar el estado usando un número limitado de músculos.

Ambos examinadores clasificaron cada extremidad con respecto tanto a la presencia de debilidad definida como grado 4+ o menos en cualquiera de los seis músculos en la Tabla I o como a la fuerza intacta en los seis músculos.

Validez de constructo

La validez de constructo de la evaluación puede estudiarse examinando si las medidas de constructos que teóricamente deben o no deben estar relacionadas unas con otras, están, en realidad, relacionadas. La debilidad muscular, que es causada por una afección neurológica como el atrapamiento de nervios, es probablemente sintomática (validez convergente), mientras que los síntomas son menos probables en las extremidades sin debilidad (validez discriminante). Por lo tanto, la presencia o ausencia de debilidad(es) se comparó con la presencia o ausencia de quejas relacionadas con miembros superiores (dolor, debilidad y/o entumecimiento/hormigueo). Dos entrevistadores que no se comunicaron con los examinadores mencionados anteriormente, reunieron información acerca de las quejas de los pacientes con respecto a los miembros superiores⁸.

Figura 2. Postura estándar I. Prueba del músculo pectoral. La flecha ilustra la dirección de la fuerza del examinador contra la resistencia del paciente. El músculo deltoideo posterior trabaja como el antagonista



Figura 3. Postura estándar I. Prueba del músculo deltoideo posterior. La flecha ilustra la dirección de la fuerza del examinador contra la resistencia del paciente. El músculo pectoral trabaja como el antagonista

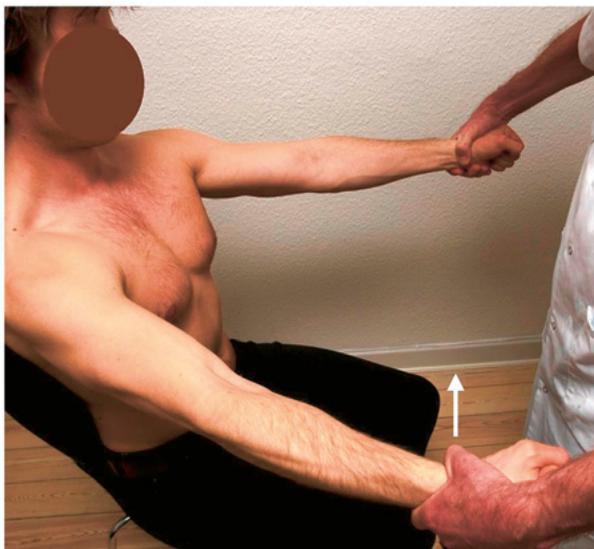


Figura 4. Postura estándar II. Prueba del músculo tríceps braquial. La flecha ilustra la dirección de la fuerza del examinador contra la resistencia del paciente. El músculo bíceps funciona como el antagonista



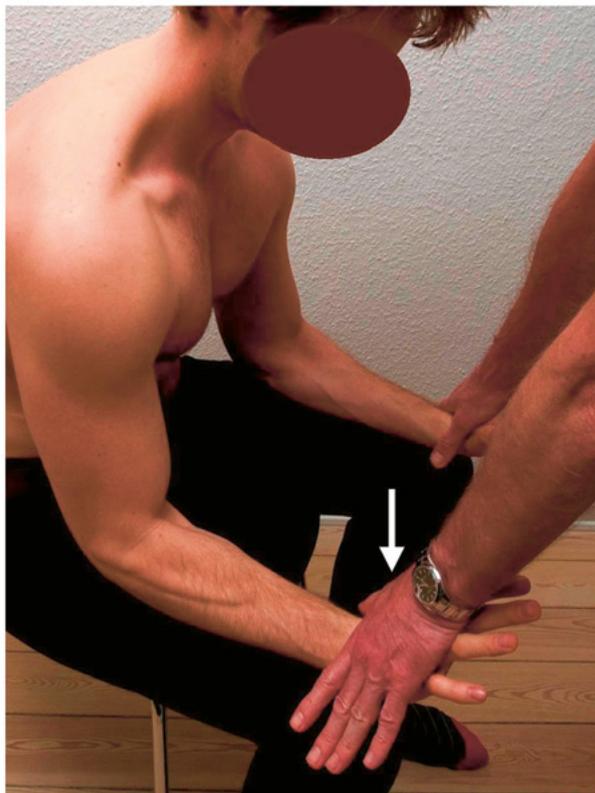
Figura 5. Postura estándar II. Prueba del músculo del bíceps braquial. La flecha ilustra la dirección de la fuerza del examinador contra la resistencia del paciente. El músculo del tríceps trabaja como el antagonista



Figura 6. Posición estándar III. Prueba del músculo flexor radial del carpo. La flecha ilustra la dirección de la fuerza del examinador contra la resistencia del paciente. El extensor radial corto de la muñeca trabaja como el antagonista



Figura 7. Postura estándar III Prueba del músculo extensor radial corto del carpo. La flecha ilustra la fuerza del examinador contra la resistencia del paciente. El músculo flexor radial del carpo trabaja como antagonista



Estadística

La coincidencia entre los examinadores con relación a la identificación de la debilidad(es) muscular individual y los patrones de debilidad(es) fue evaluado por la estadística kappa de Cohen. Las mismas estadísticas se aplicaron para estimar la relación de la presencia de algún patrón o patrones con el criterio convencional (dolor, debilidad y/o entumecimiento/hormigueo).

Tabla II. Fiabilidad entre calificadores de la identificación de debilidad en 6 músculos por parte de los examinadores

	Alguna debilidad	Examinador 2		Total
		Ausente	Presente	
Examinador 1	Ausente	23	11	34
	Presente	5	43	48
Total		28	54	82

La estadística Kappa de Cohen es una medida para testear si la coincidencia entre calificadores de datos categóricos exceden los niveles de posibilidad: $kappa = (p_o - p_e) / (1 - p_e)$ donde p_o es la proporción de la coincidencia observada; y p_e es la proporción de la coincidencia esperada por la posibilidad. El coeficiente-kappa tiene un máximo de 1.0 y es interpretado como kappa: <0.2 = pobre, 0.21-0.40 = discreto, 0.41-0.60 = moderado, 0.61-0.80 = bueno, 0.81-1.00 = muy bueno (12). Además, se calculó la sensibilidad y especificidad del enfoque en términos de la habilidad de la debilidad identificada para predecir la presencia de síntomas

RESULTADOS

Fiabilidad entre calificadores

La prueba manual de cada uno de los seis músculos individuales seleccionados fue confiable. La coincidencia relativa de la mediana y la mediana del valor-kappa para los seis músculos individuales fueron del 82% (rango 77-87%) y 0.58 (rango 0.46-0.72) respectivamente (Tabla I).

Los dos examinadores identificaron debilidad en uno o más músculos en 48 y 54 miembros respectivamente con una coincidencia sobre la presencia o ausencia de debilidad en 43 y 23 miembros respectivamente y no coincidieron en 16 miembros (Tabla II). La resultante de la fiabilidad entre calificadores fue moderada (80% de coincidencia relativa, kappa=0.59, CI 0.44-0.77).

Correlación entre la presencia de síntomas y la identificación de debilidad por parte de los examinadores

Para uno de los examinadores, el examen de los seis músculos presentó una buena correlación entre la identificación de alguna debilidad y la presencia de síntomas (kappa = 0.61, CI 0.45 - 0.78), mientras que el otro examinador sólo alcanzó una correlación discreta (kappa = 0.33, CI 0.13 - 0.53). Los dos examinadores encontraron debilidad en uno o más músculos en 35 y 32 respectivamente de los 38 miembros sintomáticos. No se encontró debilidad en 31 y 22 respectivamente de los 44 miembros asintomáticos. Por lo tanto, la sensibilidad diagnóstica de la evaluación por parte de cada examinador fue de 0.92 y 0.84 respectivamente y la especificidad 0.70 y 0.50, respectivamente. En esta muestra, los valores predictivos positivo/negativo con respecto a los síntomas fueron de 0.73/0.91 respectivamente, para un examinador y 0.59 / 0.79 para el otro (Tabla III).

Correlación de los síntomas con coincidencia entre los examinadores

En 79% de los miembros con una valoración unánime de presencia o ausencia de debilidad por parte de los dos examinadores, la valoración coincidió con la presencia de síntomas y el valor-kappa por lo tanto, fue calculado en 0.57 (CI 0.37 - 0.77). La sensibilidad de la conclusión unánime de la presencia de debilidad en miembros sintomáticos fue 0.84, mientras que la especificidad de identificar ausencia de debilidad en miembros

asintomáticos fue de sólo 0.45. Los valores predictivos positivo y negativo fueron 0.74 y 0.87, respectivamente (Tabla IV).

DISCUSIÓN

El examen neurológico, en particular la evaluación de la función muscular individual, se ha visto desfavorecido porque muchos asumen que es «subjetivo» y por lo tanto no confiable. A pesar de la poca evidencia para este punto de vista, muchos de los pacientes frecuentemente afectados de gravedad que se quejan del dolor en miembros superiores, entumecimiento y/o hormigueo son escépticos y tienen una tendencia a rechazar el origen somático de los síntomas¹³⁻¹⁶. Esto en particular, puede aplicarse a muchos de los pacientes que presentan quejas de miembros superiores relacionadas al trabajo que no pueden ser clasificadas de acuerdo a las prácticas actuales de examinación y criterios de diagnóstico.

Se ha demostrado que la examinación exhaustiva presentada anteriormente de los puntos neurológicos seleccionados para representar la función de los nervios de los miembros superiores ha sido precisa y capaz de predecir con exactitud la presencia de síntomas⁶⁻⁸ (Tabla IV). A pesar de representar un enfoque convencional que debe incluirse en el examen físico de miembros superiores, la parte neurológica del examen rara vez es aplicada con un gran nivel de detalles y puede considerarse complicada de realizar e interpretar.

Tabla III. Síntomas en miembros superiores relacionados con la identificación de alguna debilidad en seis músculos

Síntomas en miembros superiores	Examinador 1			Examinador 2			Total
	No se identificó debilidad	Alguna debilidad presente	Kappa	No se identificó debilidad	Alguna debilidad presente	Kappa	
Ausente	31	13	0.61	22	22	0.33	44
Presente	3	35		6	32		38
Total	34	48		28	54		82

Hubo muchas razones para estudiar la viabilidad de limitar el examen neurológico de miembros superiores a la evaluación de fuerza de sólo seis músculos de los miembros superiores. Son desafiantes las dificultades obvias del diagnóstico con las que los clínicos se enfrentan cuando se encuentran con pacientes que presentan quejas relacionadas con los miembros superiores, en particular los pacientes que no pueden ser clasificados de acuerdo a los criterios convencionales de diagnóstico y también acerca del uso injustificado y generalizado de etiquetas de diagnóstico que no reflejan el tejido dañado y tampoco su localización y patología. Sin embargo, también genera preocupación abogar por un examen neurológico exhaustivo que los clínicos pueden encontrar muy difícil o que requiere de mucho tiempo.

Para afrontar este desafío, el objetivo fue presentar un examen simple de ítems neurológicos por medio del cual la identificación de signos neurológicos pudiese complementar el examen físico convencional de miembros superiores y con un alto grado de certeza contribuir al diagnóstico, explicando los síntomas que podrían deberse a una condición relacionada con los nervios.

La prueba manual de solo tres pares antagonistas de músculos que trabajan sobre el hombro, el codo y la muñeca, es rápida y fácil de recordar. La interpretación del resultado de este examen también es relativamente simple.

La debilidad muscular fue frecuente en la muestra de pacientes estudiados y pudo identificarse con una mediana de valor-kappa de 0.58 (Tabla I). Esta fiabilidad es aceptable

y de hecho, superior a aquella de otras partes del examen neurológico del que usualmente se dependía, por ejemplo, el signo de Babinski¹⁷.

Tabla IV. Coincidencia entre la identificación de alguna debilidad por parte de los dos examinadores y la relación con el estado de los síntomas

Síntomas	Coincidencia en ausencia	Desacuerdo	Coincidencia en presencia	Total
Ausente	20 (38)	13 (4)	11 (2)	44
Presente	3 (4)	3 (6)	32 (28)	38
Total	23	16	43	82

Los números entre paréntesis representan las figuras correspondientes con la aplicación de la examinación completa [8]

La consistencia entre los dos examinadores acerca de sus hallazgos se opone a su modo de examinar pacientes. Por lo tanto, la prueba de estos seis músculos cumple con los requisitos de simplicidad y fiabilidad.

Los dos examinadores encontraron debilidad en uno o más músculos en el 92% y 84% de los 38 miembros sintomáticos respectivamente, lo que significa que este examen limitado es capaz de identificar la debilidad en casi todos los miembros sintomáticos en la muestra estudiada. Una debilidad considerable puede estar presente (20-25%) aún cuando la resistencia externa muscular no la revela y entonces se requiere cierta cantidad de fuerza reducida para la detección por medio de la prueba manual¹⁸. En este contexto, los hallazgos presentados son notables. Con un pleno acuerdo entre calificadores, las estimaciones de los dos examinadores acerca de la presencia o ausencia de debilidad reflejaron los síntomas subjetivos moderadamente bien ($\kappa = 0.57$). En los miembros con coincidencia entre la evaluación de los dos examinadores, la sensibilidad de este examen limitado fue aún mayor que aquella en el examen exhaustivo presentado anteriormente (0.84 and 0.73, respectivamente)⁸.

La debilidad identificada puede deberse a condiciones neuropáticas o no neuropáticas. Mientras que este estudio no puede distinguir entre estas, sí sugiere la presencia de una implicación de los nervios en una proporción de los miembros sintomáticos con debilidad muscular mientras una implicación nerviosa es menos probable en miembros sintomáticos con fuerza intacta en los seis músculos. En esta muestra de pacientes hubo pocas condiciones sintomáticas de miembros superiores sin un componente neuropático. Esta observación difiere de la percepción general de que los trastornos en miembros superiores relacionados con el trabajo, se hallan localizados principalmente en tendones, inserciones y músculos, etc.

Los dos examinadores también identificaron debilidad en una alta proporción (30% y 50%, respectivamente) en los 44 miembros asintomáticos (Tabla IV). En los miembros con coincidencia entre los dos examinadores, la especificidad del examen limitado a los seis músculos fue sólo del 0.45, mientras que el examen exhaustivo presentado anteriormente fue mucho más específico (0.86)⁸. La debilidad en miembros asintomáticos no puede explicarse pero está escasamente relacionada con la presencia de una aflicción en curso de los nervios periféricos como el atrapamiento, que probablemente sea doloroso.

La baja especificidad indica que un examen limitado a la prueba manual de seis músculos claramente no es apropiado para fines diagnósticos de confirmación y que la identificación de fuerza reducida requiere de un examen más a fondo como la evaluación de alodinia de los troncos nerviosos para identificar o descartar una aflicción nerviosa.

El concepto de debilidad

La debilidad puede ser un fenómeno objetivo y/o subjetivo. Puede ser de carácter global o limitada a uno o algunos músculos, por ejemplo, músculos que comparten

inervación. Si el paciente experimenta debilidad o no, el fenómeno objetivo de identificar fuerza reducida en uno o más músculos individuales durante el examen físico, puede ser tema de interpretación.

La debilidad puede reflejar el estado de los músculos de un sujeto sano en mala condición física, por ejemplo, a consecuencia de la inactividad o puede estar relacionada con astenia que acompaña un trastorno que puede estar limitado o no al sistema musculoesquelético en sí mismo. La debilidad muscular también puede estimularse para lograr alguna ventaja. Lo común de estas situaciones es que la debilidad rara vez ocurre en patrones con algunos músculos débiles y otros intactos. Además, la debilidad puede ser inducida por el dolor (a pesar de que esta terminología probablemente se usa más de lo que se la justifica).

La debilidad inducida por el dolor tiende a involucrar un único músculo o algunos músculos mientras que otros músculos con la misma innervación generalmente pueden testarse sin ser agravados por el dolor.

La debilidad individual o patrones de debilidad no necesariamente se deben a parestias, es decir, una aflicción del sistema nervioso periférico (o central). La debilidad global (en este caso en los seis músculos examinados) es rara pero si está presente puede representar una aflicción de todas las cuerdas del plexo braquial o puede ser el resultado de las causas que se enumeran anteriormente. La debilidad en un único músculo puede también tener otras causas diferentes a una aflicción del nervio que inerva a ese músculo. El uso doloroso de algún músculo debido a una tendinitis por ejemplo, puede evitar el esfuerzo de la fuerza plena y va a estar acompañado por dolor de la estructura. Sin embargo, las debilidades de varios músculos con un patrón en conformidad con hechos anatómicos (tales como patrones de innervación de un nervio periférico) tienen más probabilidades de representar parestias y reflejar una condición neurológica en lugar de no neurológica. Además, la identificación de alodinia mecánica a lo largo del tronco nervioso, adonde de acuerdo con el patrón de debilidad la aflicción nerviosa puede estar localizada, sugeriría que la debilidad está relacionada con una condición neuropática focal.

Un patrón de paresia muscular que ocurre secundariamente a una aflicción nerviosa periférica como el atrapamiento, probablemente esté acompañado de alodinia mecánica de los troncos nerviosos en el lugar del atrapamiento⁷. La ausencia de dolor en los troncos nerviosos, por otro lado, se opone a la teoría de que el atrapamiento de nervios en curso está causando la debilidad. De la misma manera, la debilidad muscular acompañada de alteraciones de la sensibilidad, probablemente represente una paresia, si el músculo débil y la sensibilidad cutánea alterada tienen la misma innervación. En consecuencia, la demostración de alodinia del tronco nervioso o disfunción sensorial con una localización apropiada además de la debilidad, va a incrementar la especificidad comparada con la del examen aislado de fuerza muscular.

En un estudio previo con la misma muestra de pacientes, hubo una destacada sensibilidad del tronco nervioso en localizaciones específicas que se relacionaron con los patrones de debilidad descubiertos⁷. Este hallazgo sugiere que las debilidades identificadas representan paresia. Por ejemplo, la alodinia mecánica estuvo presente en el plexo braquial en el surco deltoideo-pectoral en todos los 14 miembros en los que ambos examinadores identificaron un patrón de debilidad (deltoideo posterior, bíceps, flexor radial del carpo de la muñeca) de acuerdo con una plexopatía braquial infraclavicular (síndrome del pectoral menor)⁷. Por lo tanto, la evaluación de la alodinia del tronco nervioso además de la prueba de fuerza muscular mejoraría la especificidad.

Patrón para la comparación

Lo más probable es que las paresias sean sintomáticas (validez convergente), mientras que los síntomas van a ser relativamente menos probables en miembros sin paresias (validez discriminante). Esta lógica se aplica a pesar de reconocer que los

síntomas pueden tener otras causas diferentes a una aflicción o aflicciones nerviosas y que éstas pueden ser asintomáticas. Aunque se reconoce que los síntomas no son un criterio ideal para la comparación, no es posible aplicar un criterio mejor en este estudio. No existe una norma de oro⁸.

Para que la electrofisiología sirva como norma de oro requeriría una evaluación global de la conducción nerviosa en muchos niveles en un gran número de nervios así como estudios electrofisiológicos de múltiples músculos. Dicha examinación exhaustiva bilateral de los nervios de miembros superiores, el plexo braquial y las raíces sería dolorosa, costosa y demandaría mucho tiempo y por estas razones, no sería viable. Más importante aún, la electrofisiología es tema de interpretación y por razones técnicas y otras, no puede servir como estimación válida para la neuropatía focal¹⁹. Por ejemplo, la compresión del nervio mediano a nivel del codo (síndrome del pronador) rara vez se detecta midiendo la velocidad de la conducción sensorial y motriz^{20,21}.

El diagnóstico electrofisiológico del síndrome del túnel radial tampoco es confiable²². La plexopatía braquial constituye un enorme desafío con respecto al electrodiagnóstico²³⁻²⁶. La confianza infundada en la evaluación electrofisiológica de los atrapamientos de nervios como éstos pueden prevenir un diagnóstico correcto por no poner énfasis en los parámetros neurológicos físicos tales como los aplicados en este estudio y en anteriores^{6,7}. Las limitaciones comparables se aplican a los estudios de imagen. Mientras los nervios y anomalías circundantes pueden visualizarse²⁷, la precisión con respecto a la detección de, por ejemplo, atrapamiento de nervios por ultrasonido e imágenes por resonancia magnética sigue siendo desconocida. Esto se debe a que el resultado de la imagen se comparó con estándares, tales como hallazgos quirúrgicos o electrofisiología²⁸ que no sirven como estimaciones válidas para estas condiciones. Un intento por hacer eso puede causar además un riesgo de confundir por indicación.

Interpretación

La debilidad muscular de acuerdo con la inervación sugiere al examinador que el paciente es confiable, mientras que la presencia de debilidad con una distribución aleatoria debe ser seriamente examinada. La interpretación del resultado de la prueba muscular fue proporcionada por Hagert y Hagert⁵. Con una fuerza normal en los seis músculos seleccionados para este estudio, muchas localizaciones de neuropatía serían improbables, por ejemplo, el plexo braquial, el nervio axilar, el nervio radial y el nervio mediano a nivel del codo. Por otra parte, si la debilidad en cualquiera de estos músculos no puede ser explicada de manera satisfactoria desde otro razonamiento en un miembro sintomático, el clínico no debe concluir, sin cuestionar, que hay ausencia de neuropatía.

La identificación de toda debilidad muscular debe estar seguida de una examinación más completa de los nervios de los miembros superiores para brindar más evidencia en la definición y localización de algún tipo de aflicción nerviosa, por ejemplo, una prueba de músculos adicionales y una evaluación de nuevos puntos neurológicos. En particular, debe buscarse alodinia mecánica del tronco nervioso⁶⁻⁸. Con debilidad en alguno de los seis músculos, la presencia aislada del síndrome del túnel carpiano, neuropatía ulnar y síndrome del túnel radial es improbable. Se debe reconocer la probable presencia de doble o triple compresión^{29,30}, que de acuerdo a nuestros estudios previos parecen ser fenómenos comunes en la muestra de pacientes estudiados con síntomas en miembros superiores⁷.

Este estudio presenta el resultado de la prueba de seis músculos solamente pero el total de la examinación constó de un número mayor de ítems neurológicos (fuerza en 16 músculos, sensibilidad en 7 territorios y mecanosensibilidad del tronco nervioso en 20 lugares). La examinación comenzó con la prueba manual de músculos seguida de prueba sensorial y finalmente palpación de tronco nervioso. Para evitar una evaluación tendenciosa de las pruebas musculares de otros hallazgos tales como mecanosensibilidad anómala del tronco nervioso, se suponía que los examinadores registraban todos los hallazgos independientemente uno del otro. La baja especificidad (muchos músculos

débiles en miembros asintomáticos) se opone a dicha tendencia que, sin embargo, no puede excluirse.

Limitaciones

Este estudio se basa en el concepto de que es posible examinar músculos individuales de manera aislada sin la interferencia de otros músculos. Mientras que es viable examinar ciertos músculos de manera aislada, una correcta y completa evaluación de fuerza muscular individual no puede lograrse cuando varios músculos participan en un movimiento particular. Este estudio apunta a abordar este desafío posicionando el miembro para optimizar la función del músculo a ser evaluado y al mismo tiempo impedir la influencia de otros músculos (Tabla I).

Los seis músculos estudiados no representan la raíz Th1 ni los tres atrapamientos nerviosos comunes de miembros superiores: neuropatía ulnar a nivel del codo así como también la muñeca, síndrome del túnel carpiano y síndrome del túnel radial. La identificación de la neuropatía ulnar, síndrome del túnel carpiano y síndrome del túnel radial requiere de la examinación de la fuerza en el abductor del meñique, músculo abductor corto del pulgar y el músculo extensor cubital del carpo ulnar respectivamente¹⁰. Estas condiciones pueden ocurrir de manera aislada o acompañar una aflicción más proximal del radio o nervios medianos, el plexo braquial o las raíces. La alta sensibilidad en la muestra examinada indica la adecuación de examinar seis músculos como un enfoque diagnóstico en los nervios de miembros superiores y la infrecuencia de la presencia aislada de estas tres ubicaciones comunes de atrapamiento en una muestra de pacientes derivados a un departamento de medicina laboral.

Los síntomas no son necesariamente causados por aflicciones de nervios periféricos pero pueden ser causados por trastornos en miembros superiores de carácter no neurógenos que por lo tanto también deben examinarse. Estos trastornos pueden ocurrir de manera aislada, por ejemplo, la plexopatía braquial puede complicar una tendinitis de hombro; la epicondilitis lateral o inflamación de la articulación radiohumeral puede afectar los nervios radial o interóseo posterior adyacente; el síndrome del túnel carpiano puede desarrollarse de manera secundaria al aumento de presión a causa de la inflamación de los tendones flexores en el túnel carpiano.

Los síntomas neuropáticos pueden localizarse lejos de una lesión focal, por ejemplo, el dolor en codo o muñeca puede originarse de una plexopatía braquial o de una compresión en la raíz cervical. Por lo tanto, la examinación física de miembros superiores no debe limitarse al área sintomática sino cubrir el cuello y todo el miembro.

Los clínicos tienden en principio a interpretar el dolor neuropático en miembros superiores y la disfunción como síndrome del túnel carpiano o compresión de una raíz cervical, mientras que se contempla y examina en menor grado a la implicación de la porción intermedia de la ramificación nerviosa de miembros superiores de casi un metro de largo. Teniendo en cuenta la frecuencia de la examinación de esta parte de los nervios de miembros superiores de anomalías neurológicas de acuerdo con la plexopatía braquial infraclavicular, neuropatía mediana y neuropatía interósea posterior a nivel del codo⁷, los autores consideran al enfoque limitado entre pacientes en medicina laboral como un gran problema.

Consecuencias de los hallazgos

La baja especificidad (0.45) de un examen limitado a seis músculos es claramente insuficiente para un diagnóstico de confirmación, mientras que la alta sensibilidad puede ser un argumento para usar el examen de estos músculos como una herramienta pre-diagnóstica para la neuropatía de miembros superiores. Este control puede aplicarse en el ámbito clínico así como epidemiológico por ejemplo, trabajadores con riesgo de neuropatía en miembros superiores. La viabilidad del uso del examen muscular como control debe estudiarse en poblaciones expuestas con enfermedades que varían en cuanto

a frecuencia y gravedad. La relación con el estado del síntoma del resultado de un examen cegado más exhaustivo de ítems neurológicos se ha demostrado en una muestra de operadores de computadoras «sanos» y activos.

Este estudio no apoya la hipótesis de que la función muscular alterada no puede detectarse en pacientes con una leve compresión nerviosa³². En realidad, sugiere que el hecho de no incluir el examen de la fuerza muscular individual en la examinación física de pacientes con trastornos en miembros superiores, en particular pacientes que de otro modo serían diagnosticados no clasificables, puede tener consecuencias imprevistas. En el ámbito clínico, se puede malinterpretar a los pacientes o brindar el tratamiento incorrecto o no brindarles tratamiento. En los estudios epidemiológicos las medidas insensibles de efectos en la salud pueden causar resultados negativos erróneos y en consecuencia una prevención perdida.

La neuropatía de miembros superiores como una condición relacionada al trabajo-relación con el síndrome por esfuerzo de repetición

Este estudio no ha tenido como objetivo analizar la causalidad sino simplemente evaluar los potenciales de una simple evaluación física de la función muscular en una muestra derivada a un hospital clínica de medicina laboral.

Sin embargo, una serie de informes han tratado las aflicciones nerviosas en miembros superiores relacionadas con el trabajo^{30,32} incluyendo plexopatía braquial^{23,33}. Werner³⁴ y Hager *et al.*³⁵ informaron que las cargas rotacionales de antebrazo causan síndrome del túnel radial en lugar de epicondilitis y Stål *et al.* describieron síndrome del pronador en una elevada proporción de mujeres ordeñadoras³⁶. Los datos epidemiológicos recientes avalan que la neuropatía de miembros superiores puede estar relacionada con el trabajo tal como se ha mostrado, por ejemplo, síndrome del túnel radial³⁷.

CONCLUSIONES

La prueba manual de los seis músculos de miembros superiores es fácil de aprender e interpretar y rápida de realizar. Se ha demostrado que esta examinación también es confiable y que el resultado del examen refleja los síntomas.

En la muestra de pacientes estudiados derivados al departamento de medicina laboral, se ha demostrado que la prueba manual de los seis músculos de miembros superiores es un enfoque altamente sensible en la identificación de debilidad que puede estar relacionada a aflicciones nerviosas. Debido a la limitada especificidad, sin embargo, la examinación no es apropiada para un diagnóstico confirmativo. Puede servir para un enfoque de diagnóstico preliminar para neuropatía de miembros superiores en pacientes individuales así como también en poblaciones. La examinación puede resultar particularmente útil cuando el examen físico convencional de miembros superiores no puede explicar o no puede explicar completamente las quejas del paciente.

Si es positiva, esta examinación debe estar seguida de una nueva evaluación neurológica. Si es negativa, el examinador debe aún considerar la probable presencia de condiciones neuropáticas que este examen no cubre, en particular la neuropatía ulnar, el síndrome del túnel radial y el síndrome del túnel carpiano.

Los hallazgos presentados pueden sostener que, en la examinación física, los clínicos que tratan con trastornos en miembros superiores deben incluir una evaluación manual de la fuerza muscular en seis músculos de miembros superiores que representan tres pares antagonistas: pectoral mayor/deltoideo posterior, bíceps/tríceps y flexor radial de la muñeca/extensor radial corto de la muñeca.

Conflictos de interés

Los autores declaran que no tienen conflictos de interés.

Agradecimientos

El professor C-G Hagert, Lund, ha desarrollado el enfoque para el diagnóstico físico relativo a la prueba sistemática de músculos individuales y la identificación de mialgia en probables ubicaciones de la neuropatía. Es reconocido por brindar su conocimiento y experiencia en este campo y por la enseñanza de la prueba muscular manual.

Se ha recibido apoyo financiero de Statens Sundhedsvidenskabelige Forskningsråd, Copenhagen (Grant nr. 9702593), Den Samfundsvidenskabelige Forskningsfond, Ringkøbing (Grant nr. 2-44-4-18-97), y Lida & Oskar Niensens Fond, Esbjerg.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Marx RG, Bombardier C, Wright JG: What do we know about the reliability and validity of physical examination tests used to examine the upper extremity? *J Hand Surg [Am]* 1999; (24):185-193.
2. Katz JN, Stock SR, Evanoff BA, Rempel D, Steven MJ, Franzblau A, Gray RH: Classification criteria and severity assessment in work-associated upper extremity disorders: Methods matter. *Am J Ind Med* 2000; (38): 369-372.
3. Palmer K, Cooper C: *Repeated Movement and Repeated Trauma Affecting the Musculoskeletal Disorders of the Upper Limbs. In Hunter's Diseases of Occupations*. Edited by Baxter P, Adams P, Aw T, Cockcroft A, Harrington J. London: Arnold; 2000:453-475.
4. Coggon D, Martyn C, Palmer KT, Evanoff B: Assessing case definitions in the absence of a diagnostic gold standard. *Int J Epidemiol* 2005; (34):949-952.
5. Hagert C-G, Hagert E: *Manual Muscle Testing - A Clinical Examination Technique for Diagnosing Focal Neuropathies in the Upper Extremity. In Upper Extremity Nerve Repair - Tips and Techniques: A Master Skills Publication*. Edited by Slutsky DJ. 6300, North River Rd. Suite 600, Rosemont, IL 60018-4256: American Society for Surgery of the Hand; 2008:451-465.
6. Jepsen J, Laursen L, Larsen A, Hagert CG: Manual strength testing in 14 upper limb muscles. A study of the inter-rater reliability. *Acta Orthop Scand* 2004; (75):442-448.
7. Jepsen JR, Laursen LH, Hagert C-G, Kreiner S, Larsen AI: Diagnostic accuracy of the neurological upper limb examination I. Inter-rater reproducibility of findings and patterns. *BMC Neurol* 2006; 6:8.
8. Jepsen JR, Laursen LH, Hagert C-G, Kreiner S, Larsen AI: Diagnostic accuracy of the neurological upper limb examination II. The relation to symptoms of patterns of findings. *BMC Neurol* 2006; 6:10.
9. Hagert C-G: Clinical Assessment of the Upper Limb Nerve Tree. Malmö: Scandinavian Society for Surgery of the Hand, Autumn Meeting; 1993:50.
10. Jepsen JR, Hagert C-G: Muscle testing in the diagnosis of work-related upper limb complaints. *Europ Neurol J* 2010; (4):73-81.
11. The Editorial Committee for the Guarantors of Brain: *Aids to the Examination of the Peripheral Nervous System. London: Ballière Tindall; 1986:1-61.*
12. Altman DG: *Some Common Problems in Medical Research. In Practical Statistics for Medical Research*. London: Chapman & Hall; 1992:409-419.
13. Quintner JL, Elvey RL: Understanding «RSI»: A review of the role of peripheral neural pain and hyperalgesia. *J Man Manipul Ther* 1993; (1):99-105.
14. Quintner JL, Cohen ML, Burvill PW: Occupation neuroses and the psychogenic connotation of 'repetition strain injury': The misconstruction of neurosis. *Integr Psychiatry* 1994; (10):165-184.
15. Gibson SJ, LeVasseur SA, Helme RD: Cerebral event-related responses induced by CO2 laser stimulation in subjects suffering from cervico-brachial syndrome. *Pain* 1991; (47):173-182.
16. Helme RD, LeVasseur SA, Gibson SJ: RSI revisited: evidence for psychological and physiological differences from an age, sex and occupation matched control group. *Aust New Zeal J Med* 1992; (22):23-29.
17. Miller TM, Johnston SC: Should the Babinski sign be part of the routine neurologic examination? *Neurology* 2005; (65):1165-1168.

18. Wadsworth CT, Krishnan R, Sear M, Harrold J, Nielsen DH: Intrarater reliability of manual muscle testing and hand-held dynamometric muscle testing. *Phys Ther* 1987; (67):1342-1347.
19. Krarup C: Pitfalls in electrodiagnosis. *J Neurol* 1999; 246:1115-1126.
20. Hartz CR, Linscheid AL, Gramse RR, Daube JR: The pronator teres syndrome: Compression neuropathy of the median nerve. *J Bone Joint Surg Am* 1981; (63):885-890.
21. Buchthal F, Rosenfalck A, Trojaborg W: Electrophysiological findings in entrapment of the median nerve at wrist and elbow. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1974; (37):340-360.
22. Plate AM, Green SM: Compressive radial neuropathies. *Instr Course Lect* 2000; (49):295-304.
23. Mackinnon SE, Novak CB: Evaluation of the patient with thoracic outlet syndrome. *Semin Thor Cardiovasc Surg* 1996; (8):190-200.
24. Rousseff R, Tzvetanov P, Valkov I: Utility (or futility?) of electrodiagnosis in thoracic outlet syndrome. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 2005; (45):131-133.
25. Parziale JR, Akelman E, Weiss AP, Green A: Thoracic outlet syndrome. *Am J Orthop* 2000; (29):353-360.
26. Komanetsky RM, Novak CB, Mackinnon SE, Russo MH, Padberg AM, Louis S: Somatosensory evoked potentials fail to diagnose thoracic outlet syndrome. *J Hand Surg [Am]* 1996; (21):662-666.
27. Kim S, Choi JY, Huh YM, Song HT, Lee SA, Kim SM, Suh JS: Role of magnetic resonance imaging in entrapment and compressive neuropathy-what, where, and how to see the peripheral nerves on the musculoskeletal magnetic resonance image: part 2. Upper extremity. *Eur Radiol* 2007; (17):509-22.
28. Zaidman CM, Seelig MJ, Baker JC, Mackinnon SE, Pestronk A: Detection of peripheral nerve pathology: comparison of ultrasound and MRI. *Neurology* 2013; (80):1634-1640.
29. Mackinnon SE: Double and multiple «crush» syndromes. Double and multiple entrapment neuropathies. *Hand Clin* 1992; (8):369-390.
30. Novak CB, Mackinnon SE: Multilevel nerve compression and muscle imbalance in work-related neuromuscular disorders. *Am J Ind Med* 2002; (41):343-352.
31. Jepsen JR, Thomsen G: A cross-sectional study of the relation between symptoms and physical findings in computer operators. *BMC Neurol* 2006; 6:40.
32. Novak CB, Mackinnon SE: Evaluation of nerve injury and nerve compression in the upper quadrant. *J Hand Ther* 2005; (18):230-240.
33. Pascarelli EF, Hsu YP: Understanding work-related upper extremity disorders: clinical findings in 485 computer users, musicians, and others. *J Occup Rehabil* 2001; (11):1-21.
34. Werner CO: Lateral elbow pain and posterior interosseus nerve entrapment. *Acta Orthop Scand* 1979; (Suppl.174):1-62.
35. Hagert C-G, Lundborg G, Hansen T: Entrapment of the posterior interosseous nerve. *Scand J Plast Reconstr Hand Surg* 1977; (11):205-212.
36. Stål M, Hagert C-G, Moritz U: Upper extremity nerve involvement in Swedish female machine milkers. *Am J Ind Med* 1998; (33):551-559.
37. Roquelaure Y, Raimbeau G, Dano C, Martin Y-H, Pelier-Cady C, Mechali S, Benetti F, Mariel J, Fanello S, Penneau-Fontbonne D: Occupational risk factors for radial tunnel syndrome in industrial workers. *Scand J Work Environ Health* 2000; (26):507-513.

MEDICINA y SEGURIDAD *del trabajo*

Originales

Evaluación de la exposición laboral a plaguicidas en España mediante una matriz empleo-exposición (MatEmESp, 1996-2005)

Assessment of occupational exposure to pesticides in Spain through a job-exposure matrix (MatEmESp, 1996-2005)

Javier Vila^{1,2,5}, Rudolf van der Haar^{1,3}, Ana M. García^{1,4,5}

1. Centro de Investigación en Salud Laboral (CiSAL). España.

2. Universitat Pompeu Fabra (UPF). España.

3. MC-MUTUAL. España.

4. Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Universitat de València. España.

5. CIBER de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP). España.

Recibido: 04-11-14

Aceptado: 18-11-14

Correspondencia

Javier Vila

CiSAL (Centro de Investigación en Salud Laboral).

C/ Dr. Aiguader 88 1.º planta,

08003 Barcelona. España.

Tel. 932 147 325 | Fax 932 147 302

Correo electrónico: javier.vila@upf.edu

Resumen

Introducción: La exposición laboral a plaguicidas ha sido asociada a numerosos problemas de salud. Sin embargo, la información sobre la exposición de los trabajadores afectados en España es escasa y dispersa.

Objetivos: El objetivo de este trabajo fue estimar el nivel y la prevalencia de la exposición laboral a plaguicidas en España para el periodo 1996-2005, como parte del proyecto de construcción de la matriz empleo-exposición española, MatEmESp.

Métodos: El establecimiento de las ocupaciones expuestas, los agentes de referencia y las estimaciones de exposición se basó en información de otras matrices, datos de evaluaciones de riesgos en empresas españolas y revisión de la bibliografía.

Resultados: De las 482 ocupaciones incluidas en la CNO-94, se identificaron 45 expuestas. Para fungicidas y herbicidas, en 39 ocupaciones se estimó un nivel bajo de exposición ($\leq 5\%$ VLA), y en otras 6 un nivel medio (6-25%VLA). Para insecticidas, se estimó un nivel bajo de exposición en 19 ocupaciones y medio en las 26 restantes.

Conclusiones: Este trabajo representa la primera recolección sistemática de datos de exposición laboral a plaguicidas en España. Las estimaciones de exposición obtenidas están disponibles en la página web de MatEmESp (www.matemesp.org) y pueden ser útiles para la investigación y la gestión de las actividades preventivas en España.

Med Segur Trab (Internet) 2014; 60 (237) 645-659

Palabras clave: Matriz empleo-exposición, exposición laboral, plaguicidas, trabajadores.

Abstract

Background: Occupational pesticide exposure has been associated with different health problems. However, the available information on the characteristics of the exposure for the affected workers is sparse and scattered.

Objectives: This study aimed at estimating the level and prevalence of occupational pesticide exposure in Spain for the period 1996-2005, as part of the project to develop a general Spanish job-exposure matrix, MatEmESp.

Methods: Data from other matrices, risk assessments in Spanish companies and a literature review were used to identify exposed occupations and reference chemical agents as well as to establish the exposure estimates.

Results: Of the 482 occupations in the Spanish job coding system, 45 were identified as exposed. For fungicides and herbicides, 39 occupations showed a low level of exposure (≤ 5 % OEL) whereas 6 were found to have a medium level (6-25 % OEL). For insecticides, low exposure was found in 19 occupations while 26 showed a medium level.

Conclusion: This is the first systematic collection of data on occupational exposure to pesticides in Spain. The exposure estimates obtained, available at the MatEmESp web page (www.matemesp.org), can be useful for research and health and safety management programs in Spain.

Med Segur Trab (Internet) 2014; 60 (237) 645-659

Key words: *Job-exposure matrix, occupational exposure, pesticides, workers.*

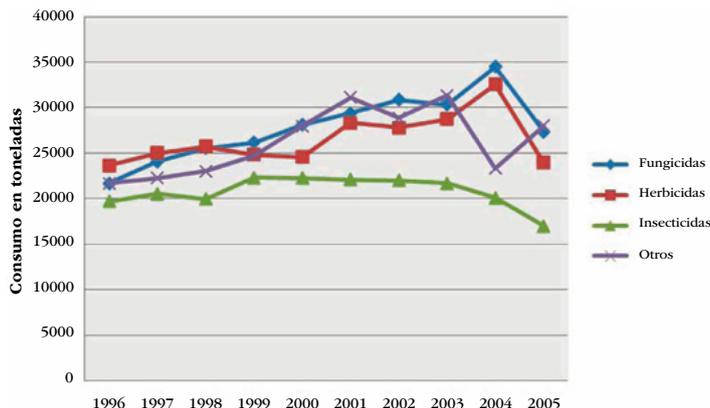
INTRODUCCIÓN

Características de la exposición laboral a plaguicidas en España

Un plaguicida es una sustancia o mezcla de sustancias destinada a prevenir, controlar o destruir plagas. Se denomina ingrediente o sustancia activa la parte biológicamente activa presente en una formulación¹. Según su uso, se distinguen dos grandes grupos de plaguicidas, los fitosanitarios y los biocidas, cuya autorización y comercialización están reguladas en España por los RD 2163/1994 y 1054/2002, respectivamente. Los fitosanitarios se destinan a la protección de las cosechas y productos agrarios mientras que los biocidas se utilizan en el control de plagas no agrícolas o estructurales.

El uso laboral de plaguicidas se asocia a múltiples actividades entre las que destacan la agricultura, la jardinería y la silvicultura (fitosanitarios), así como la ganadería, los servicios de salud pública y gestión de plagas estructurales o el tratamiento de la madera (biocidas)¹. Según datos facilitados por la Asociación Empresarial para la Protección de las Plantas (AEPLA), en 2005 se consumían en España casi 100.000 toneladas/año de fitosanitarios. Para este mismo año, y según datos aportados por ADELMA (Asociación de Empresas de Detergentes y Productos de Limpieza), el consumo de biocidas ascendía a unas 2.000 toneladas/año^{2,3} (Figuras 1 y 2). A partir de esta fecha se produce una ligera disminución en el consumo de plaguicidas, de manera que, según los datos más recientes publicados por el Ministerio de Medio Ambiente sobre el consumo de fitosanitarios, el consumo total en 2012 fue de menos de 50.000 toneladas/año⁴.

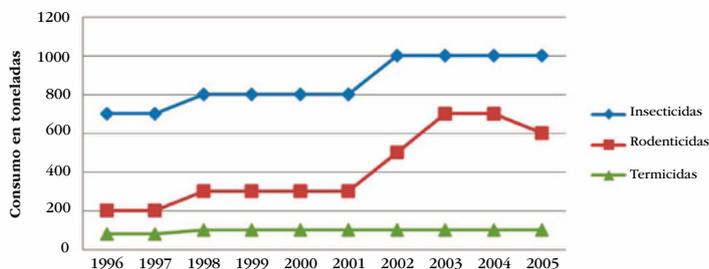
Figura 1. Consumo de fitosanitarios en España 1996-2005 (Fuente AEPLA*)



* AEPLA: Asociación Empresarial para la Protección de las Plantas

** Otros: Este grupo incluye sustancias activas acaricidas, nematocidas y molusquicidas

Figura 2. Consumo de biocidas en España 1996-2005 (Fuente: ADELMA*)



*ADELMA: Asociación de Empresas de Detergentes y Productos de Limpieza

De acuerdo con la última encuesta nacional de condiciones de trabajo en el sector agropecuario realizada en España (2011), más del 50% de los trabajadores en este sector (con más de 350.000 trabajadores en esta fecha) realizaba tratamientos con plaguicidas⁵. Algunos estudios⁶ sugieren que estos trabajadores no siempre están suficientemente

formados sobre los riesgos derivados de la manipulación de plaguicidas, además de existir un uso muy deficiente de las medidas de protección individual.

La exposición a plaguicidas en el trabajo puede ser directa, afectando a los trabajadores que manipulan y/o aplican las diferentes formulaciones, o indirecta, a través de la cual pueden verse afectados los trabajadores en las proximidades de zonas de aplicación/manipulación o en contacto con zonas tratadas. En lo relativo a las vías de exposición, la vía dérmica y la inhalatoria son las más importantes, aunque la vía digestiva, asociada a comer, beber o fumar en el trabajo, puede llegar a tener importancia en la dosis total absorbida^{7, 8}.

Existen en España límites de exposición profesional, conocidos como valores límite ambientales (VLA), para los agentes químicos considerados como peligrosos de acuerdo con el RD 374/2001. En relación con los plaguicidas, se han establecido VLA para unas 80 sustancias activas. Casi la mitad de ellas incluyen además la notación «vía dérmica», al considerarse que presentan un riesgo alto de absorción por esta vía⁹.

Matrices empleo-exposición

Las matrices empleo-exposición (MEE) son sistemas de información que permiten asociar códigos de ocupación o actividad económica, entre otros, con diferentes agentes o exposiciones de riesgo en el trabajo. En su forma más básica, una MEE está formada por un eje de ocupaciones (habitualmente codificadas siguiendo un sistema estandarizado) y otro de agentes (físicos, químicos, de seguridad, etc.) para un periodo y ámbito determinados. En el interior de la matriz (las «celdas») se encuentra la información relativa a las características de la exposición, por ejemplo en forma de estimaciones de prevalencia e intensidad de la exposición a cada agente y en cada ocupación.

Existen a nivel internacional matrices empleo-exposición con estimaciones de la exposición laboral a plaguicidas para distintas poblaciones laborales. Así, en 1998 el instituto finlandés de salud ocupacional (FIOH) desarrolló la primera matriz general para población laboral finlandesa (FINJEM)¹⁰, con estimaciones cuantitativas de exposición laboral para diversos agentes, incluidos los plaguicidas. En otros países, las matrices se refieren a actividades específicas, como es el caso de los Países Bajos, donde se creó una MEE con estimaciones de exposición para plaguicidas de uso agrícola (fitosanitarios) en función del tipo de cultivo¹¹. En Francia, se elaboró en 2008 otra matriz específica para fitosanitarios, MATPHITO, dentro del proyecto MATGENE¹², en el que se prevé el desarrollo de 18 MEE referidas a diferentes agentes específicos. En el Reino Unido se construyó en 2010 la matriz TEMPEST, también específica para plaguicidas¹³ y que incluye estimaciones de exposición a estos agentes en función de sus usos y tareas asociadas. La información en esta última matriz incluye estimaciones de exposición inhalatoria y dérmica a diversas sustancias activas para el periodo 1945-2005 y cubre múltiples ocupaciones, incluidas actividades no agrícolas.

En 2009 se elabora en España la primera matriz empleo-exposición general para población trabajadora española, MatEmEsp^{14, 15}, que incluye estimaciones de la exposición laboral a agentes y condiciones de trabajo en cinco categorías (higiene, seguridad, ergonomía, factores psicosociales y condiciones de empleo) para el periodo 1996-2005 y para cada una de las ocupaciones codificadas en la Clasificación Nacional de Ocupaciones en España en su versión de 1994 (CNO-94). Las estimaciones contenidas en MatEmEsp se obtuvieron a partir de información contenida en otras MEE, y en encuestas, estudios y registros preferentemente referidos a la población trabajadora en España, con la participación de expertos y técnicos españoles en las diferentes áreas. Los contenidos completos de MatEmEsp y otra información relevante sobre su proceso de construcción son de libre acceso en www.matemesp.org.

Entre los agentes incluidos en MatEmEsp se encuentran los plaguicidas. Este trabajo describe el proceso de estimación seguido y la información disponible sobre la exposición laboral a plaguicidas en MatEmEsp.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para las estimaciones de exposición a plaguicidas en MatEmESp se siguió un proceso con tres etapas. En primer lugar, se identificaron las ocupaciones expuestas a plaguicidas en España en el periodo cubierto por la matriz (1996-2005). A continuación, se seleccionó un grupo de plaguicidas en forma de sustancias activas representativas de la exposición laboral en dicho periodo (agentes de referencia). Por último, se estimó la prevalencia e intensidad de exposición laboral a los agentes seleccionados para cada una de las ocupaciones expuestas consideradas. Se incluyó también una estimación del grado de confianza asignado por el evaluador (JV) en cada una de las estimaciones. Cada una de estas etapas fue precedida de una búsqueda bibliográfica específica, incluyendo artículos científicos, otras matrices empleo-exposición, informes técnicos y otras fuentes de literatura gris.

Identificación de ocupaciones expuestas

La identificación de las ocupaciones expuestas a plaguicidas en MatEmESp se basó inicialmente en las ocupaciones consideradas expuestas a plaguicidas en la matriz FINJEM. Para ello se establecieron las equivalencias correspondientes entre la codificación de ocupaciones de FINJEM (sistema finlandés a tres dígitos, con 311 categorías) y la de MatEmESp (CNO-94 a cuatro dígitos, con 482 categorías). Esta etapa se llevó a cabo por dos evaluadores independientes. Los resultados de los dos evaluadores se compararon y las ocupaciones en las que existió desacuerdo se discutieron hasta alcanzar el consenso. La revisión de la bibliografía llevó a la identificación de otras ocupaciones expuestas no consideradas originalmente en FINJEM, con las que al final se creó el listado definitivo de las ocupaciones consideradas como expuestas a plaguicidas para población española en MatEmESp.

Selección de agentes de referencia

Ante la imposibilidad de abarcar la totalidad de sustancias activas autorizadas para su uso durante el periodo de estudio (1996-2005), se seleccionaron aquellas representativas de la exposición laboral a plaguicidas en España durante este periodo. La selección de estos agentes de referencia se llevó a cabo en base al consumo, la relevancia toxicológica, la situación legal de su utilización en España y la existencia de límites de exposición profesional (VLA).

Estimaciones de exposición (intensidad y prevalencia)

Finalmente, se estimaron las características de la exposición laboral a los agentes de referencia seleccionados en las ocupaciones consideradas como expuestas en términos de prevalencia (proporción de trabajadores expuestos a cada agente en cada ocupación) e intensidad (concentración media en el ambiente de trabajo de la sustancia activa medida en partes por millón). Para ello se utilizaron fundamentalmente datos procedentes de otras MEE, en particular FINJEM, TEMPEST y MATPHYTO, estudios e informes localizados en la bibliografía y los resultados disponibles de un reducido número de mediciones ambientales en empresas españolas y extranjeras. Estas mediciones fueron obtenidas tanto de un servicio de prevención ajeno de ámbito nacional como de evaluaciones nacionales e internacionales publicadas en forma de artículos.

La intensidad de exposición inhalatoria se categorizó en cuatro niveles en función de los VLA disponibles en España para cada agente: bajo ($\leq 5\%$ VLA), medio (6-25%VLA), alto (26-100%VLA) y muy alto ($>100\%$ VLA). La prevalencia de exposición (proporción de trabajadores expuestos a cada agente en cada ocupación) se estimó como «nula» cuando su frecuencia no supera el 5%. Así pues, la prevalencia de exposición para cada uno de los agentes considerados se categorizó en tres categorías: baja (5-15% de los trabajadores expuestos en la ocupación correspondiente), media (15-40%) y alta ($>40\%$).

Por último, junto a cada estimación de exposición, tanto de prevalencia como de intensidad, el evaluador (JV) incluyó una valoración del grado de confianza en el estimador utilizando una escala de tres niveles (alto, medio o bajo). Este es un procedimiento utilizado habitualmente en otras MEE y seguido para otros agentes incluidos en MatEmESp. El grado de confianza en cada estimación es función de la procedencia, cantidad y relevancia de la información disponible. Las estimaciones basadas en la revisión de la literatura disponible, se les asignó un grado bajo de confianza mientras que a aquellas procedentes de otras matrices se les asignó un grado medio. Solo a las estimaciones que pudieron apoyarse en mediciones realizadas en empresas tanto a nivel nacional como en otros países se les asignó un grado de confianza alto.

En MatEmESp se incluyen las estimaciones de exposición obtenidas así como información sobre las fuentes específicas utilizadas para estimación.

RESULTADOS

La **Tabla I** contiene las sustancias activas seleccionadas como referencia del periodo de estudio, incluyendo información sobre su situación legal en España así como sus VLA establecidos.

Tabla I. Sustancias activas seleccionadas como referencia durante el periodo de estudio (1996-2005) en el proceso de estimación de las características de la exposición laboral a plaguicidas en trabajadores españoles (matriz empleo-exposición española, proyecto MatEmESp)

Uso	Clasificación de plaguicidas		Observaciones	
	Grupo químico	Sustancia activa	Características	VLA* (VD**)
Insecticida	Organoclorado	Endosulfán	Prohibido desde 2006 ¹	0,1 mg/m ³ (VD)
Insecticida	Organofosforado	Clorpirifós	En uso como fitosanitario en 2005 ² . Autorizado como biocida hasta 2008 ⁴	0,1 mg/m ³ (VD)
Insecticida	Carbamato	Metomilo	En uso en 2005 ²	2,5 mg/m ³
Insecticida	Otros (Piretrinas)	Piretrina	En uso en 2005 ²	1 mg/m ³
Fungicidas	Carbamato	Tiram	En uso en 2005 ²	1 mg/m ³
Fungicidas	Otros (Phtalimida)	Captan	En uso en 2005 ²	5 mg/m ³
Herbicida	A (Bipiridilo)	Dicuat	En uso en 2005 ²	0,5 mg/m ³ (VD)
Herbicida	B (Acido Fenoxiacético)	2,4 D	En uso en 2005 ²	10 mg/m ³
Herbicida	C (Triazina)	Atrazina	Prohibido desde 2004 ³	5 mg/m ³
Herbicida	D (Urea)	Diurón	En uso en 2005 ²	10 mg/m ³

* Valor Límite Ambiental (Límites de exposición profesional para agentes químicos en España, INSHT 2012).

** VD: Vía dérmica.

- 1) Reglamento (EC) No 777/2006.
- 2) Lista comunitaria de sustancias incluidas, excluidas y en evaluación comunitaria. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 26 de Abril de 2012.
- 3) Reglamento (EC) No 775/2004.
- 4) Decisión de la Comisión Europea de 14 de agosto de 2007.

Las ocupaciones identificadas como expuestas a plaguicidas se presentan en la **Tabla II**. De este listado (n=45), sólo 14 se consideraban como expuestas a plaguicidas en FINJEM, mientras que las 31 restantes fueron identificadas como ocupaciones expuestas para población laboral española a través de otras fuentes. Para los agentes de referencia en fungicidas y herbicidas, se estimó que en 39 de las ocupaciones expuestas el nivel o intensidad de la exposición era bajo ($\leq 5\%$ VLA) y en 6 se estimaron niveles medios de

exposición (6-25% VLA). En ningún caso se estimaron ocupaciones expuestas a niveles altos o muy altos para estos agentes. En cuanto a insecticidas de referencia, en 19 ocupaciones se estimó un nivel de exposición bajo, mientras que en las 26 restantes se estimó un nivel de exposición medio. Tampoco se encontraron ocupaciones con niveles de exposición altos o muy altos para estos agentes.

Tabla II. Listado de ocupaciones (CNO-94) para las que se ha considerado existencia de exposición a plaguicidas en la matriz empleo-exposición española (MatEmESp) para el periodo 1996-2005 (n=45)*

Código (CNO-94)	Definición	Código (CNO-94)	Definición
1401	Gerencia de explotaciones agrarias, de caza, de pesca y de silvicultura con menos de 10 asalariados (1)	3113	Asesores agrícolas y forestales
1701	Gerencia de explotaciones agrarias, de caza, de pesca y de silvicultura sin asalariados (1)	6021	Trabajadores cualificados por cuenta ajena en actividades agrícolas, excepto en huertas, viveros y jardines
6011	Trabajadores cualificados por cuenta propia en actividades agrícolas, excepto en huertas, viveros y jardines (1)	8530	Operadores de maquinaria agrícola móvil
6012	Trabajadores cualificados por cuenta propia en huertas, viveros y jardines (1)	9430	Peones agropecuarios
6022	Trabajadores cualificados por cuenta ajena en huertas, viveros y jardines (1)	9800	Peones del transporte y descargadores
9410	Peones agrícolas (1)	8159	Otros operadores de instalaciones de tratamiento de productos químicos
8040	Encargados de taller de madera y jefes de equipo en la fabricación de papel (1)	7250	Personal de limpieza de fachadas de edificios y deshollinadores
8141	Operadores de serrerías, de máquinas de contrachapado y de instalaciones conexas para el tratamiento de la madera (1)	9121	Personal de limpieza de oficinas, hoteles (camareras de piso) y otros establecimientos similares
6241	Taladores, trozadores y otros trabajadores forestales (1)	3123	Higienistas
6242	Carboneros de carbón vegetal y asimilados (1)	2130	Veterinarios
9440	Peones forestales (1)	3122	Ayudantes de veterinaria
6220	Trabajadores cualificados por cuenta propia en actividades forestales y asimilados (1)	3112	Técnicos agrónomos, zootécnicos y forestales
8152	Operadores en instalaciones de tratamiento químico térmico (1)	6111	Trabajadores cualificados por cuenta propia en actividades ganaderas, incluidas las de animales de compañía y animales domésticos de piel valiosa
8050	Jefes de equipo en instalaciones de tratamiento químico (1)	6112	Trabajadores cualificados por cuenta propia en actividades avícolas

Código (CNO-94)	Definición	Código (CNO-94)	Definición
8142	Operadores en instalaciones para la fabricación de pasta de papel	6119	Otros trabajadores cualificados por cuenta propia en actividades ganaderas
8143	Operadores en instalaciones para la fabricación de papel	6121	Trabajadores cualificados por cuenta ajena en actividades ganaderas, incluidas las de animales de compañía y animales domésticos de piel valiosa
9700	Peones de industrias manufactureras	6122	Trabajadores cualificados por cuenta ajena en actividades avícolas
7911	Trabajadores del tratamiento de la madera	6129	Otros trabajadores cualificados por cuenta ajena en actividades ganaderas
8240	Encargado de operadores de máquinas para fabricar productos de madera	6210	Trabajadores cualificados por cuenta propia en actividades agropecuarias
8340	Operadores de máquinas para fabricar productos de madera	6230	Trabajadores cualificados por cuenta ajena en actividades agropecuarias
2711	Profesionales en ciencias biológicas y asimilados	9420	Peones ganaderos
2712	Ingenieros técnicos en especialidades agrícolas y forestales	3112	Técnicos agrónomos, zootécnicos y forestales
2113	Agrónomos y asimilados		

1) Estas ocupaciones fueron consideradas expuestas a plaguicidas tanto en MatEmESp como en FINJEM (n=14). El resto de ocupaciones fueron consideradas expuestas en MatEmESp, pero no en FINJEM (n=31) (ver descripción del proceso en el texto).

Las Tablas III, IV y V muestran las ocupaciones para las que se identificaron los mayores indicadores de exposición en términos de prevalencia e intensidad según los diferentes grupos de agentes seleccionados. Tanto en fungicidas como en herbicidas (Tablas III y IV), se encontraron las mayores prevalencias de exposición (>15% de trabajadores expuestos en la ocupación) y las mayores intensidades de exposición (con valores entre el 6 y el 25% del VLA) en 6 ocupaciones agrícolas. En esta actividad destaca la exposición a 2,4 D, Captam y Diurón, con prevalencias altas (en algunos casos más del 90% de trabajadores expuestos) e intensidades de exposición inhalatoria entre 0,06 y 0,20 ppm. En cuanto a los insecticidas (Tabla V), las mayores prevalencias de exposición se estimaron para las mismas 6 ocupaciones anteriores y en otras 27 asociadas a actividades de ganadería, silvicultura, jardinería, transporte, inspección y limpieza, fabricación de plaguicidas y tratamiento de la madera. Destacan aquí sustancias activas como el Metomilo, en actividades como la agricultura, la jardinería y la silvicultura, con elevadas proporciones de trabajadores expuestos (50-82%) e intensidades de exposición inhalatoria entre 0,06 y 0,10 ppm.

Tabla III. Ocupaciones con mayores indicadores de exposición a los fungicidas de referencia (prevalencia de trabajadores expuestos $\geq 15\%$ y niveles de exposición del 6-25% del VLA). Matriz empleo-exposición española (MatEmESp)**

Código* CNO-94	Descripción de la ocupación	P (%) Tiram	I (ppm) Tiram	P (%) Captam	I (ppm) Captam
6011	Trabajadores cualificados por cuenta propia en actividades agrícolas, excepto en huertas, viveros y jardines	38	0,02	98	0,06
6012	Trabajadores cualificados por cuenta propia en huertas, viveros y jardines	38	0,02	98	0,06
6021	Trabajadores cualificados por cuenta ajena en actividades agrícolas, excepto en huertas, viveros y jardines	38	0,02	98	0,06
9410	Peones agrícolas	38	0,02	98	0,06
8530	Operadores de maquinaria agrícola móvil	38	0,02	98	0,06
9430	Peones agropecuarios	38	0,02	98	0,06

P=Prevalencia de exposición (% de trabajadores expuestos) I=Intensidad de exposición (concentración, en ppm, de sustancia activa en el aire).

* CNO-94: Clasificación Nacional de Ocupaciones 1994.

**VLA: Valor Límite Ambiental (INSHT 2012).

Tabla IV. Ocupaciones con mayores indicadores de exposición a los herbicidas de referencia (prevalencia de trabajadores expuestos $\geq 15\%$ y niveles de exposición del 6-25% del VLA). Matriz empleo-exposición española (MatEmESp)**

Código* CNO-94	Descripción de la ocupación	P (%) Atrazina	I (ppm) Atrazina	P (%) Dicuat	I (ppm) Dicuat
6011	Trabajadores cualificados por cuenta propia en actividades agrícolas, excepto en huertas, viveros y jardines	34	0,10	32	0,01
6012	Trabajadores cualificados por cuenta propia en huertas, viveros y jardines	34	0,10	32	0,01
6021	Trabajadores cualificados por cuenta ajena en actividades agrícolas, excepto en huertas, viveros y jardines	34	0,10	32	0,01
9410	Peones agrícolas	34	0,10	32	0,01
8530	Operadores de maquinaria agrícola móvil	34	0,10	32	0,01
9430	Peones agropecuarios	34	0,10	32	0,01

Código* CNO-94	Descripción de la ocupación	P (%) 2,4 D	I (ppm) 2,4 D	P (%) Diuron	I (ppm) Diuron
6011	Trabajadores cualificados por cuenta propia en actividades agrícolas, excepto en huertas, viveros y jardines	70	0,20	90	0,20
6012	Trabajadores cualificados por cuenta propia en huertas, viveros y jardines	70	0,20	90	0,20
6021	Trabajadores cualificados por cuenta ajena en actividades agrícolas, excepto en huertas, viveros y jardines	70	0,20	90	0,20
9410	Peones agrícolas	70	0,20	90	0,20
8530	Operadores de maquinaria agrícola móvil	70	0,20	90	0,20
9430	Peones agropecuarios	70	0,20	90	0,20

P=Prevalencia de exposición (% de trabajadores expuestos) I=Intensidad de exposición (concentración, en ppm, de sustancia activa en el aire).

* CNO-94: Clasificación Nacional de Ocupaciones 1994.

**VLA: Valor Límite Ambiental (INSHT 2012).

Tabla V. Ocupaciones con mayores indicadores de exposición a los insecticidas de referencia (prevalencia de trabajadores expuestos ≥15% y niveles de exposición del 6-25% del VLA). Matriz empleo-exposición española (MatEmESp)**

Código* CNO-94	Descripción de la ocupación	P (%) Clor.	I (ppm) Clor.	P (%) End.	I (ppm) End.	P (%) Met.	I (ppm) Met.	P (%) Piret.	I (ppm) Piret.
3123	Higienistas	15	0,001	-	-	70	0,06	-	-
6011	Trabajadores cualificados por cuenta propia en actividades agrícolas, excepto en huertas, viveros y jardines	88	0,001	-	-	-	-	90	0,01
6012	Trabajadores cualificados por cuenta propia en huertas, viveros y jardines	88	0,001	-	-	50	0,06	99	0,01
6021	Trabajadores cualificados por cuenta ajena en actividades agrícolas, excepto en huertas, viveros y jardines	88	0,001	-	-	50	0,06	99	0,01
6022	Trabajadores cualificados por cuenta ajena en huertas, viveros y jardines	82	0,001	-	-	82	0,10	-	-
6111	Trabajadores cualificados por cuenta propia en actividades ganaderas, incluidas las de animales de compañía y animales domésticos de piel valiosa	40	0,001	-	-	-	-	60	0,01
6112	Trabajadores cualificados por cuenta propia en actividades avícolas	40	0,001	-	-	-	-	60	0,01

Código* CNO-94	Descripción de la ocupación	P (%) Clor.	I (ppm) Clor.	P (%) End.	I (ppm) End.	P (%) Met.	I (ppm) Met.	P (%) Piret.	I (ppm) Piret.
6119	Otros trabajadores cualificados por cuenta propia en actividades ganaderas	40	0,001	-	-	-	-	60	0,01
6121	Trabajadores cualificados por cuenta ajena en actividades ganaderas, incluidas las de animales de compañía y animales domésticos de piel valiosa	40	0,001	-	-	-	-	60	0,01
6122	Trabajadores cualificados por cuenta ajena en actividades avícolas	40	0,001	-	-	-	-	60	0,01
6129	Otros trabajadores cualificados por cuenta ajena en actividades ganaderas	40	0,001	-	-	-	-	60	0,01
6210	Trabajadores cualificados por cuenta propia en actividades agropecuarias	40	0,001	-	-	-	-	60	0,01
6220	Trabajadores cualificados por cuenta propia en actividades forestales y asimilados	50	0,001	-	-	70	0,06	-	-
6230	Trabajadores cualificados por cuenta ajena en actividades agropecuarias	40	0,001	-	-	-	-	60	0,01
6241	Taladores, trozadores y otros trabajadores forestales	-	-	-	-	70	0,06	-	-
6242	Carboneros de carbón vegetal y asimilados	-	-	-	-	70	0,06	-	-
7250	Personal de limpieza de fachadas de edificios y deshollinadores	15	0,001	-	-	70	0,06	-	-
7911	Trabajadores del tratamiento de la madera	33	0,05	33	0,05	33	0,05	-	-
8040	Encargados de taller de madera y jefes de equipo en la fabricación de papel	33	0,05	33	0,05	33	0,05	-	-
8050	Jefes de equipo en instalaciones de tratamiento químico	43	0,001	-	-	-	-	-	-
8141	Operadores de serrerías, de máquinas de contrachapado y de instalaciones conexas para el tratamiento de la madera	33	0,05	33	0,05	33	0,05	-	-
8152	Operadores en instalaciones de tratamiento químico térmico	43	0,001	-	-	-	-	-	-
8159	Otros operadores de instalaciones de tratamiento de productos químicos	43	0,001	-	-	-	-	-	-

Código* CNO-94	Descripción de la ocupación	P (%) Clor.	I (ppm) Clor.	P (%) End.	I (ppm) End.	P (%) Met.	I (ppm) Met.	P (%) Piret.	I (ppm) Piret.
8240	Encargado de operadores de máquinas para fabricar productos de madera	33	0,05	33	0,05	33	0,05	-	-
8340	Operadores de máquinas para fabricar productos de madera	33	0,05	33	0,05	33	0,05	-	-
8530	Operadores de maquinaria agrícola móvil	88	0,001	-	-	50	0,06	-	-
9121	Personal de limpieza de oficinas, hoteles (camareras de piso) y otros establecimientos similares	15	0,001	-	-	70	0,06	-	-
9410	Peones agrícolas	88	0,001	-	-	50	0,06	-	-
9420	Peones ganaderos	40	0,001	-	-	-	-	60	0,01
9430	Peones agropecuarios	88	0,001	-	-	50	0,06	60	0,01
9440	Peones forestales	-	-	-	-	70	0,06	-	-
9700	Peones de industrias manufactureras (fabricación plaguicidas)	43	0,001	33	0,05	33	0,05	-	-
9800	Peones del transporte y descargadores	43	0,001	-	-	-	-	-	-

P=Prevalencia de exposición (% de trabajadores expuestos) I=Intensidad de exposición (concentración, en ppm, de sustancia activa en el aire) *Insecticidas: Clor.=Clorpirifos; End.=Endosulfan; Met.=Metomilo; Piret.=Piretrina.

* CNO-94: Clasificación Nacional de Ocupaciones 1994.

**VLA: Valor Límite Ambiental (INSHT 2012).

Respecto a la fiabilidad del total de las estimaciones para la intensidad de exposición incluidas en la matriz (n=324), el evaluador (JV) asignó un grado medio de confianza (estimaciones basadas fundamentalmente en datos procedentes de otras matrices) a 220, mientras que a 76 se les asignó un grado de confianza bajo (estimaciones basadas solo en fuentes bibliográficas). En 28 de las estimaciones el evaluador consideró que el grado de confianza era alto (estimaciones basadas en datos de otras matrices apoyadas en mediciones de campo). Respecto a las estimaciones de prevalencia de exposición, 248 se basaron en datos de otras matrices (grado de confianza medio), mientras que 76 fueron establecidas en base a la bibliografía consultada (grado de confianza bajo).

Los resultados completos de todo el proceso de estimación de la exposición a plaguicidas incluyendo ocupaciones expuestas, agentes de referencia, estimaciones de exposición, fuentes de información, grado de confianza y otros datos de interés) se encuentra disponible en la página web de MatEmESp (www.matemesp.org).

DISCUSIÓN

Este trabajo supone el primer esfuerzo de recolección sistemática de datos relacionados con la exposición laboral a plaguicidas en población trabajadora en España para su organización en forma de una matriz empleo-exposición. Se ha estimado que las ocupaciones con indicadores más elevados de exposición a fungicidas y herbicidas pertenecen a actividades de agricultura, en las que es probable que exista una mayor frecuencia de exposición, puesto que en estas ocupaciones se utilizan más del 90% de los plaguicidas a nivel nacional^{2, 3}. En otras ocupaciones, como las asociadas a actividades de

ganadería, silvicultura o tratamiento de la madera, se han estimado índices de exposición altos sólo para los agentes pertenecientes a la familia de los insecticidas. En este mismo grupo de agentes, en ocupaciones asociadas a actividades de higiene ambiental y limpieza, se estimaron niveles medios tanto de intensidad como de prevalencia de exposición.

La matriz empleo-exposición finlandesa (FINJEM) ha sido utilizada con cierta frecuencia como base para establecer la exposición laboral a distintos agentes en estudios sobre población trabajadora en España^{16, 17} y es también el punto de partida por defecto para las estimaciones de exposición incluidas en MatEmESp. En el proceso aquí descrito, se identificaron 31 ocupaciones con exposición laboral a plaguicidas en España que, sin embargo, no aparecen como ocupaciones expuestas a estos agentes en FINJEM. Es de esperar que existan diferencias notables en el uso de plaguicidas en Finlandia y España, por ejemplo, por diferencias secundarias a la climatología, a las características de su uso en el sector primario o a la existencia de empresas fabricantes de estas sustancias. Pero estas diferencias pueden existir también en relación con otros agentes y exposiciones laborales. Este hecho debe tenerse en consideración al utilizar matrices generadas en otros países para estudios epidemiológicos sobre población laboral española.

En este trabajo se ha seguido el procedimiento habitual para la construcción de matrices empleo-exposición, basado en fuentes bibliográficas, mediciones ambientales y criterio experto. Sin embargo, la disponibilidad de datos procedentes de mediciones ambientales de exposición laboral a plaguicidas en España ha sido muy limitada. En conjunto, solo se identificaron mediciones con información sobre niveles puntuales o medios de exposición laboral a distintos agentes en diez situaciones de trabajo y sólo cinco de ellas referidas a trabajadores españoles. En particular, solamente se localizaron mediciones de campo pertenecientes a las actividades de fabricación, higiene ambiental e invernaderos. Todo ello contribuyó a que el porcentaje del grado de confianza en las estimaciones establecidas sea en su mayoría medio o bajo. Por otro lado, aunque es posible que búsquedas bibliográficas más exhaustivas permitieran localizar un mayor número de estudios publicados con mediciones de exposición, las fuentes más importantes de estas mediciones en España son los servicios de prevención propios y ajenos. Sin embargo, la obtención de estas mediciones para usos científicos o de gestión sigue siendo un problema pendiente de resolver. En especial, dada la intensa actividad de los servicios de higiene industrial en empresas de todo el territorio nacional, sería de especial interés desarrollar un sistema de homogeneización y centralización de los datos disponibles que permitiera un tratamiento conjunto de la información para éste u otros fines, siguiendo el modelo que ya aplican organismos nacionales de salud laboral como el instituto de salud laboral finlandés, FIOH¹⁸, o algunas iniciativas descritas en Canadá¹⁹.

Adicionalmente, hay que tener en cuenta que las mediciones ambientales en los lugares de trabajo suelen proceder de campañas para el control del cumplimiento de los límites normativos, por lo que su representatividad respecto a las características generales de exposición en todos los trabajadores de cada ocupación es incierta. Las fuentes bibliográficas consultadas proceden en su mayoría de estudios y datos disponibles para otros países, aunque se ha procurado, siempre mediante criterio experto, identificar las situaciones que pudieran considerarse más similares a la realidad de las condiciones de los trabajadores españoles. Estas limitaciones, bien conocidas y compartidas con otros trabajos similares²⁰, deben siempre considerarse en el uso de la información contenida en las MEE.

En este mismo sentido, las estimaciones de exposición incluidas en las matrices empleo-exposición suponen una aproximación a las condiciones del colectivo, por su incapacidad para cubrir toda la variabilidad individual en la exposición de los trabajadores en una misma ocupación en función de las características de la empresa, las tareas desarrolladas, las prácticas de prevención y protección en el lugar de trabajo, etc. La información proporcionada por las matrices debe entenderse en términos de probabilidad de exposición dada la pertenencia a un colectivo (ocupación). Esto resulta útil para la investigación epidemiológica, como ha demostrado el uso de matrices en relación con distintos problemas de salud laboral²¹, y también para priorizar y planificar la prevención

de riesgos laborales en las empresas, un uso menos habitual de las matrices pero que consideramos igualmente interesante²².

En el proceso de estimación de la exposición laboral a plaguicidas seguido en este trabajo no ha sido posible obtener información suficiente acerca de ocupaciones en determinados sectores con exposición potencial, pero desconocida. Tal es el caso de sectores como la alimentación, el textil, la manufactura de aparatos electrónicos, la depuración de aguas o la acuicultura¹. La información incluida en MatEmEsp es la mejor disponible en el formato de matriz empleo-exposición para población laboral española. Aun así, dicha información sigue siendo mejorable, y sería de interés dedicarle los recursos necesarios para la revisión y actualización periódica de la información a partir de la disponibilidad de nuevos datos.

Aunque la prohibición en España de los plaguicidas más peligrosos ha supuesto una reducción de los riesgos para la salud humana y el medio ambiente, la autorización de nuevas sustancias activas, de efectos muchas veces desconocidos, hace necesaria la vigilancia y evaluación continua de estos compuestos, tanto con criterios individuales como poblacionales, referidos estos últimos a la identificación y control de los colectivos de trabajadores con mayores probabilidades de exposición. Los datos contenidos en MatEmEsp son un primer paso, limitado pero imprescindible, para sistematizar la vigilancia poblacional de la exposición laboral a plaguicidas.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a M.^a Carmen González Galarzo (CiSAL) por su colaboración en la codificación de las ocupaciones y la gestión del conjunto de datos en MatEmEsp, así como a Miguel Ángel Alba (Sociedad de Prevención de FREMAP) por proporcionar datos procedentes de mediciones ambientales a plaguicidas en distintos ambientes de trabajo en España.

FINANCIACIÓN

Este trabajo se llevó a cabo gracias a la financiación recibida por el autor principal (JV) del Centro de Investigación en Salud Laboral (CiSAL) de la Universitat Pompeu Fabra (UPF) en Barcelona para la realización en este centro del Máster en Salud Laboral. El proyecto MatEmEsp ha recibido financiación del Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS), del Centro de Investigación en Salud Laboral (CiSAL), del Instituto de Salud Carlos III (referencia PI081496), de la Conselleria de Sanitat de la Generalitat Valenciana (referencia 066/2009), del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo y de la Fundación Prevent.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ramírez, J. A., Lacasaña, M. Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. *Arch Prev Riesg Labor* 2001;4(2):67-75.
2. Vila, J. *Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España (1996-2005)*. Trabajo Fin de Máster de Salud Laboral del Centro de Investigación en Salud Laboral. Barcelona: Universitat Pompeu Fabra [online] 2012 [citado 05 Octubre 2014], 56 pág. Disponible en la World Wide Web: http://www.istas.ccoo.es/matemesp/Memoria_TFM_Definitiva_J_Vila.pdf
3. AEPLA. Memoria 2000-2010: Construyendo el futuro de la agricultura. Asociación Empresarial para la Protección de las Plantas [online]; 2011 [citado 05 Octubre 2014], 52 pág. Disponible en la World Wide Web: <http://www.aepla.es/publicaciones/69-aepla-2000-2010-construyendo-el-futuro-de-la-agricultura>
4. Ministerio Medio Ambiente. Resultados Encuesta de Comercialización 2012. En: Estadística anual de consumo de productos fitosanitarios en la Agricultura. Ministerio Medio Ambiente [online]. 2012

- [citado 05 Octubre 2014], 15 pág. Disponible en la World Wide Web: <http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/estadisticas-medios-produccion/fitosanitarios.aspx>
5. Ministerio de Trabajo. Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo en el Sector Agropecuario. INSHT [online]; 2009 [citado 05 Octubre 2014], 175 pág. Disponible en la World Wide Web: <http://www.insht.es/Observatorio/Contenidos/InformesPropios/Desarrollados/Ficheros/Encuesta%20Nacional%20Agropecuaria.pdf>
 6. García, A. M., Ramírez, A., Lacasaña, M. Prácticas de utilización de plaguicidas en agricultores. *Gac Sanit* 2002; 16(3):236-240.
 7. Ministerio de Sanidad y Consumo. Protocolos de vigilancia sanitaria específica: Plaguicidas. MSC [online]; 1999 [citado 05 Octubre 2014], 24 pág. Disponible en la World Wide Web: <http://www.msssi.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/plaguicidas.pdf>
 8. Delgado-Martínez, M. Efectos crónicos de los fitosanitarios. En: *Respuesta ante las intoxicaciones agudas por plaguicidas*. Guillén, J., Serrano, J. L., et al. Consejería de Salud de la Junta de Andalucía [online] 2003 [citado 05 Octubre 2014]:87-96. Disponible en la World Wide Web: http://www.juntadeandalucia.es/salud/export/sites/csidad/galerias/documentos/p_4_p_1_vigilancia_de_la_salud/intoxicaciones_agudas_plaguicidas.pdf
 9. Delgado, P. *Riesgos para la salud en plantas de formulación de plaguicidas*. 1.ª ed. Madrid: Servicio de ediciones y publicaciones del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT); 1994.
 10. 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(4):409-17.
 11. Schinasi, L. S., Beane, W. L., Freeman, L. E., Baldi, I., Kromhout, H., Lebailly, P. *Development of a pesticide crop/livestock exposure matrix using data from three agricultural cohort studies in the AGRICOH consortium*. Presentación en el congreso EPICOH 2013, Utrecht, Holanda: Occup Environ Med 2013; 70(Suppl 1):A44.
 12. Févotte, J., Dananché, B., Delabre, L., Ducamp, S., Garras, L., Houot, M. et al. Matgéné: a program to develop job-exposure matrices in the general population in France, *Ann Occup Hyg*. 2011 Oct;55(8):865-78.
 13. Dick, F., Semple, S., van Tongeren, M., Miller, B., Ritchie, P., Sherriff, D., Cherrie, W. Development of a Task-Exposure Matrix (TEM) for Pesticide Use (TEMPEST). *Ann Hyg* 2010(54):443-452.
 14. García, A. M., González-Galarzo, M. C., Kauppinen, T., Delclos, G. L., Benavides, F. G. A Job-Exposure Matrix for Research and Surveillance of Occupational Health and Safety in Spanish Workers: MatEmEsp. *Am J Ind Med*. 2013 Jul 1. doi: 10.1002/ajim.22213
 15. García, A. M., González-Galarzo, M. C. La matriz empleo-exposición española: MatEmEsp. *Arch Prev Riesgos Labor* 2012;15(3):121-123.
 16. Santibáñez, M., Vioque, J., Alguacil, J., De la Hera, M. G., Moreno-Osset, E., Carrato, A., et al. Occupational exposures and risk of pancreatic cancer. *Eur J Epidemiol*. 2010;25(10):721-30.
 17. Santibáñez, M., Alguacil, J., de la Hera, M. G., Navarrete-Muñoz, E. M., Llorca, J., Aragonés, N., et al. Occupational exposures and risk of stomach cancer by histological type. *Occup Environ Med*. 2012;69(4):268-75.
 18. Kauppinen, T. Finnish Occupational Exposure Databases. *Appl Occ Env Hyg* 2001;16(2):154-158.
 19. Lavoué, J., Gérin, M., Bégin, D., Ostiguy, C., Arcand, R., Adib, G. *Valorisation des données d'exposition professionnelle mesurées au Québec depuis 1980 par les équipes du Réseau public québécois en santé au travail - Étude préliminaire. Études et recherches*. Informe R-723, Montreal: Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) [online], 2012 [citado 05 Octubre 2014], 80 pág. Disponible en la World Wide Web: <http://www.irsst.qc.ca/media/documents/PubIRSST/R-723.pdf>
 20. Lavoué, J., Pintos, J., van Tongeren, M., Kincl, L., Richardson, L., Kauppinen, T., et al. Comparison of exposure estimates in the Finnish job-exposure matrix FINJEM with a JEM derived from expert assessments performed in Montreal. *Occup Environ Med* 2012;69(7):465-71.
 21. Coughlin, S. S., Chiazzè, L. Jr. Job-exposure matrices in epidemiologic research and medical surveillance. *Occup Med*. 1990;5(3):633-46.
 22. García, A. M., González-Galarzo, M. C., Alba, M. A., Gordo, J., van der Haar, R., Briceño, F., Gadea, R., López, M., Benavides, F. G. Proyecto MatEmEsp: matrices empleo-exposición para trabajadores españoles. *Seguridad y Medio Ambiente*. 2011: (123):22-34.

MEDICINA y SEGURIDAD *del trabajo*

Inspección médica

La valoración de la profesión, del trabajo, de la ocupación, y de las tareas en el procedimiento de valoración de la capacidad laboral en materia de seguridad social

Labour abilities evaluation process in the spanish social security: profession, job occupation and tasks evaluation

José Manuel Vicente Pardo

Unidad Médica Equipo Valoración Incapacidades Gipuzkoa. INSS. España

Recibido: 20-11-14

Aceptado: 03-11-14

Correspondencia

José Manuel Vicente Pardo

Pescadores Gran Sol s/n

San Sebastián 20011,

Gipuzkoa. España.

Correo electrónico: jose-manuel.vicente@seg-social.es

Resumen

La valoración profesional es pieza capital en la valoración de la capacidad laboral en el trabajo en las inspecciones médicas del Instituto Nacional de la Seguridad Social, ya que nuestro sistema de valoración de la capacidad/incapacidad laboral es esencialmente laboral o profesional, precisando valorar las limitaciones funcionales u orgánicas en relación de su carácter incapacitante respecto de las funciones que su trabajo o el trabajo en general. En este artículo se exponen los aspectos básicos en la valoración profesional o laboral, repasando los conceptos de Profesión, Capacidad Laboral, Requerimientos laborales, Aptitud, Capacitado, Incapacitado, así como el procedimiento en Valoración de la Capacidad Laboral, y una reseña al criterio de calificación profesional y al específico de la profesión habitual. Si bien es urgente la definición, en nuestro sistema de seguridad social establecer una actualización y definición de las aptitudes a valorar, y del concepto de profesión, ocupación, trabajo y tareas. Así como implantar una metodología de valoración debidamente contrastada y normalizada, tanto con su referencia normativa que proceda, como por su uso extensivo, como por su contraste científico validado.

Conclusiones: Para una correcta valoración de la capacidad laboral, urge una metodología de valoración debidamente contrastada y normalizada, tanto por su referencia a publicación normada, como por su uso extensivo, como por su contraste científico validado. La valoración de las aptitudes o capacidades laborales requeridas por el trabajo necesita establecer un sistema común y una actualización y definición de las aptitudes a valorar, y del concepto de profesión, ocupación, trabajo y tareas. Es por tanto esencial precisar qué valoramos y cómo lo hacemos, en la valoración «profesional» o de la «capacidad laboral» u «ocupacional» o del «trabajo» en nuestro actual marco del sistema de seguridad social, y propugnar a la par una actualización de conceptos de la incapacidad y una reforma legal de la normativa que facilite la adecuación de las situaciones de capacidad o incapacidad laboral.

Med Segur Trab (Internet) 2014; 60 (237) 660-674

Palabras clave: Valoración capacidad laboral. Requerimientos laborales. Valoración de la profesión y del trabajo. Profesión habitual. Incapacidad en seguridad social.

Abstract

The professional assessment is fundamental in order to evaluate the work capacity, in the medical inspections of the Spanish National Social Security Institute (NSSI). Our evaluating system of work ability/inability is essentially labour or professional, evaluating the functional or organic limitations related to the natural inability of the labour functions or the labour in general. This article handles with the main aspects of the professional or labour valuation using the concepts of Profession, Labour Ability, Labour Requests and the Ability, Able or Unable to. It deals as well with a review to the professional marking criteria and to the specific usual occupation. In our NSSI we do not only have urgently to define it but to stablish an update and a definition of the abilities to be valued and of the job, occupation, work and tasks concept. It is as well necessary to implement a contrasted and standardized evaluation methodology with an adequate normative reference, its applicable use and its validated scientific contrast.

Material and Method: The texts published on the literature of this article and in the reference work mentioned in the literature have been reviewed.

Conclusions: It seems strange that it is just recently when the lack of social security assessment tools changes into a social security disability rating system, where the concepts of “professional” or “labor valuation” play a main role. For a proper assessment of work capacity, it duly urges a valuation methodology and standardized measurement considering its regulated publication, its extensive use and its scientifically validated contrast. The assessment of skills or job skills required by the job need to establish a common system, an update and a definition of the skills to be assessed, as well as the concept of profession, occupation, work and tasks. It is therefore essential to specify what do we value and how do we do it in the “professional”, “work ability”, “occupational” or “work” social security rating system, updating meanwhile the concepts of inability and promoting a legal reform legislation to provide a better ability or inability work situation.

Med Segur Trab (Internet) 2014; 60 (237) 660-674

Keywords: *Work capacity evaluation, job requirements, profession and work assessment, usual occupation, social security inability.*

1. ASPECTOS BÁSICOS EN LA VALORACIÓN PROFESIONAL O LABORAL

Nuestro sistema de valoración de la capacidad/incapacidad laboral es esencialmente laboral o profesional, se valoran las limitaciones funcionales u orgánicas en relación de su carácter limitante respecto de las funciones que su trabajo o el trabajo en general requiere, si bien la situación de capacidad o aptitud no está definida en nuestro sistema

Las referencias a la incapacidad se reflejan en la definición de lo que es incapacidad temporal y lo que es incapacidad permanente.

Así en Incapacidad Temporal (IT) se dice la situación en la que se encuentra el trabajador «...**mientras el trabajador esté impedido para el trabajo**». (Art. 128.1 LGSS)

Y la Incapacidad Permanente (IP) se define como la situación del trabajador que presenta reducciones anatómicas o funcionales graves, susceptibles de determinación objetiva y previsiblemente definitivas, que **disminuyen o anulen su capacidad laboral**». (Art. 136.1 LGSS)

Así por tanto en la IT se habla de **impedimento para el trabajo** y en IP **disminución o anulación de capacidad laboral**.

El principio resarcitorio en materia de seguridad social es compensar la **imposibilidad de realizar la actividad laboral**.

La referencia en los grados de incapacidad permanente guarda en su denominación una referencia expresa a la **profesión habitual** en el caso de la Incapacidad Permanente Parcial (IPP) para la profesión habitual o en la Incapacidad Permanente Total (IPT) para la profesión habitual, y en el supuesto de la Incapacidad Permanente Absoluta (IPA) la referencia es **para todo trabajo**.

No deja de ser indicativo que cuando de conformidad con art. 8.5 de la L.24/1997, de 15 de julio, de Consolidación y Racionalización del Sistema de Seguridad Social se instaba a sustituir el término invalidez por el de incapacidad, actualizando la expresión, sin embargo se conservara el término de invalidez en la Gran Invalidez (GI) y en las Lesiones Permanentes No Invalidante o Baremos por AT/EP ya que en ambas situaciones no se guarda la relación obligada con el trabajo que se da para la IPP IPT o IPA. Pues da igual cual sea el trabajo desempeñado, así en el primer caso (GI) el complemento de GI a la situación de incapacidad permanente se otorga por la necesidad que tiene el trabajador de necesitar de tercera persona para sus actividades de autocuidado o de la vida diaria y en el segundo caso el de los Baremos, es un listado de baremos que indemnizan por el daño causado independientemente de cuál sea el trabajo, o profesión.

En la **Incapacidad Temporal** valoraremos el impedimento para el trabajo, por lo que valoramos más que profesión el **trabajo que se está realizando**, algo más cercano a **puesto concreto, actividad o tarea**; y si nos refiriéramos a profesión sería la que realiza en el momento de permanecer en esa situación.

En la **Incapacidad Permanente** se valora la disminución o anulación de la **capacidad laboral** y en cuanto a la referencia a **profesión habitual** en la Incapacidad Permanente Parcial (IPP) o en la Incapacidad Permanente Total (IPT) esta sería en contingencia común la desarrollada fundamentalmente a lo largo de la vida activa o la que ha sido desarrollada en el último año y en contingencia profesional la que desarrollaba en el momento de sufrir el AT o la actividad en la desarrolló la EP, sea el tiempo que llevara en ella.

Pero la profesión habitual, no equivale al concreto puesto de trabajo, ni a la concreta categoría profesional, sino a profesión en si misma. Debiendo entenderse por profesión habitual, no un determinado puesto de trabajo, sino aquella para la que el trabajador está cualificado para realizar y a la que la empresa le haya destinado o pueda destinarle en la movilidad funcional.

La Incapacidad Temporal se alcanza por **limitaciones temporales** y pendientes de mejora con tratamiento que **impiden trabajar y trabajo con tareas que están contraindicadas** con su **enfermedad**.

La Incapacidad Permanente se alcanza por **limitaciones funcionales** u orgánicas permanentes que **disminuyen la capacidad laboral** (IPP o IPT) o **anulen la capacidad laboral**.

La Valoración Médica de la Capacidad Laboral/Incapacidad Laboral en materia de Seguridad Social supone por una parte la valoración de las Capacidades Laborales del Trabajador y ponerlas en relación con las Capacidades requeridas por el Trabajo.

Es en la valoración de los requerimientos del trabajo por parte de los diversos estamentos o entidades implicadas en la gestión, seguimiento, control y valoración de la IT o la IP abunda la imprecisión sobre las tareas reales que le son exigidas por el trabajo, pues podemos estar en algunos casos ante meras referencias en algunos ocasiones interesadas, en otras mal designadas o definidas por los trabajadores en sus manifestaciones o por la empresa cuando a ella se le requieren.

Apuntar que el RD 625/2014 de IT establece que como dato obligatorio a consignar en el parte de baja la reseña al código nacional de ocupación del trabajador.

En los últimos años se han realizado algunas guías, protocolos o fichas, métodos todos ellos que contribuyen a una mejor y concreta valoración de los Requerimientos del Trabajo.

Se trataría de exponer la necesidad de conocer estos requerimientos por su trascendencia para una buena valoración de la Capacidad/Incapacidad Laboral en materia de Seguridad Social y dar a conocer estos sistemas, protocolos, fichas o guías, de valoración de estos requerimientos del trabajo, que han surgido desde diversos organismos o entidades y su utilidad práctica.

Las **Unidades Médicas** de los **Equipos de Valoración de Incapacidad del INSS**, tienen como **cometido primordial** la **realización de un Informe Médico de Valoración de la Capacidad Laboral que relacione las capacidades psicofísicas de un trabajador en un momento preciso con las Capacidades que se necesitan para la realización de una profesión o un trabajo específico o de la actividad laboral genérica**.

La **VALORACIÓN DE LA CAPACIDAD LABORAL** de un trabajador requiere **objetivar las capacidades funcionales de un trabajador o las capacidades restantes (funciones que ha perdido y aquellas que mantiene) con señalamiento de sus limitaciones funcionales correspondientes** que la lesión o la enfermedad le hayan causado; pero también resulta imprescindible **conocer las competencias, las tareas y los requerimientos del puesto de trabajo** que desempeña, para objetivar y conocer, por tanto, **las capacidades que se precisan en su trabajo**, con objeto de poder **determinar**:

- Si el trabajador dispone de las capacidades exigibles para poder desarrollar la actividad laboral o
- Si el trabajo puede repercutir en el deterioro de la salud, o
- Si las limitaciones funcionales del trabajador concitan un riesgo para sí o terceros caso de realizar su trabajo.
- Si dispone de posibilidad efectiva y no solo teórica de obtener, en un mercado de trabajo libre, una compensación económica mediante una actividad manual o intelectual adecuada. (Capacidad de ganancia).

Por lo que se exige consignar y evaluar cuáles son las mermas de las capacidades psicofísicas del individuo y conocer con exactitud los requerimientos concretos de su profesión, o trabajo y finalmente establecer puestas en relación estas dos valoraciones si concluye en una situación de capacidad o incapacidad para el trabajo.

Es necesario por tanto establecer una metodología concreta y definida que permita conocer y medir las funciones que el trabajador tiene afectadas y las que mantiene, y una metodología de evaluación del trabajo que permita conocer las capacidades funcionales, las aptitudes y facultades psicofísicas que debe poseer un trabajador para desarrollar una actividad determinada, las tareas asignadas a cada ocupación, los posibles riesgos derivados de la actividad profesional y las circunstancias específicas del ambiente de trabajo que puedan incidir en la valoración de la capacidad laboral de los trabajadores.

Es en este punto donde conviene señalar que las diversas metodologías de valoración existentes en nuestro país difieren o singularizan en los requerimientos valorados, su clasificación, su nivel de intensidad y exigencia y su medición.

Sin pormenorizar en las existentes, y como mera referencia a tres metodologías que valoran los requerimientos laborales, la **Guía de Valoración Profesional del INSS**, la **Ficha de Requerimientos para la Evaluación Capacidad Laboral del Foro IT Academia Ciencias Médicas de Bilbao** y el del **MERCAL Manual de Evaluación de Requerimientos para la Valoración de la Capacidad Laboral**, diremos que la Guía de Valoración Profesional del INSS, es una metodología genérica estática, es decir sobre una asignación a una profesión en el momento evaluatorio de la capacidad laboral nos referencia los requerimientos establecidos teóricamente para la misma, la Ficha del Foro de IT de la ACMB, nos refleja aspectos concretos del puesto de trabajo que está desempeñando el trabajador, es decir da el perfil de requerimientos que precisa el concreto trabajo que el trabajador desarrolla, es dinámica, da una información actualizada de las condiciones reales del trabajo, y las aptitudes requeridas para esas tareas y el MERCAL refleja los requerimientos de un trabajo, con la particularidad de establecer una preponderancia a los riesgos psicológicos tan determinantes y presentes hoy en día en la mayoría de los trabajos.

Lo esencial sería precisar qué valoramos y cómo, en esta valoración «profesional» o de la «capacidad laboral» u «ocupacional» o del «trabajo».

La necesidad de conocer la profesión, el oficio, la ocupación, el trabajo y las diversas tareas y actividades a realizar que lo caracterizan se hace imprescindible porque:

- *Porque Trabajos diferentes, tienen distintas exigencias.*
- *Porque las Lesiones son Incapacitantes dependiendo el tipo de trabajo.*

2. DEFINICIONES DE PROFESIÓN, CAPACIDAD LABORAL, REQUERIMIENTOS LABORALES, APTITUD, CAPACITADO, INCAPACITADO

La **profesión** por definición (Real Academia) es empleo, facultad u oficio que alguien ejerce y por el que percibe una retribución.

La Guía de Valoración Profesional del INSS no menciona la definición del término profesión, bien es cierto que si identifica las mismas, y describe sus competencias y tareas. En su terminología alude también a ocupación con similar valor

La Real Academia define ocupación en la acción «acción y efecto de ocupar u ocuparse» y alude en su similitud a los términos trabajo, empleo, oficio o actividad.

La Guía de Valoración Profesional del INSS establece su clasificación en fichas por cada «profesión» a través de un sistema que valora los requerimientos laborales de cada una de ellas

¿Qué entendemos por Profesión?

El concepto de profesión engloba todas las funciones propias de la misma, sus labores concretas, las tareas que lo configuran, su formación, sus requerimientos de

aptitud funcional, su adscripción normativa y clasificatoria, sus particularidades y condiciones del puesto y área o centro o medio donde se realiza.

En materia de seguridad social la incapacidad permanente viene referida al término de profesión habitual para la Incapacidad Permanente Parcial y para la Incapacidad Permanente Total o expandida a toda profesión u oficio en el supuesto de la Incapacidad Permanente Absoluta.

Capacidad Laboral

La **definición de capacidad laboral en materia de seguridad social no se establece**, por contraposición, **si se define la incapacidad** temporal o permanente, pero **no podemos definir como capacidad lo que no es incapacidad**, ya que ambas tienen aspectos diferenciados añadidos transversales y condicionantes.

En materia de seguridad social, no se define la capacidad laboral, entre otras razones, porque el sistema de seguridad social es un sistema público de protección de riesgos o circunstancias adversas o de necesidad que provocan desequilibrio económico a este respecto por limitaciones en la salud del trabajador que merman su capacidad de ganancia.

Capacidad Laboral, Capacidad de Ganancia

Capacidad Laboral Genérica es disponer de una capacidad Teórica. Aptitud de un hombre para desempeñar un puesto de trabajo

Capacidad laboral Residual es la que resta tras proceso de enfermedad o lesiones que determina limitaciones funcionales u orgánicas

Capacidad Laboral Específica es la que se precisa para una determinada profesión u oficio.

Capacidad de Ganancia es posibilidad efectiva y no solo teórica de obtener, en un mercado de trabajo libre, una compensación económica mediante una actividad manual o intelectual adecuada

Requerimientos laborales

Se definen como las aptitudes o facultades psicofísicas que debe poseer un trabajador para realizar una profesión determinada

Apto. Capacitado

Apto. Según la Ley de Prevención de Riesgos Laborales supone poder desarrollar un **puesto concreto de trabajo sin riesgo para sí o para otros. A lo que cabría añadir que la tarea encomendada se realice con eficacia**

Aptitud es sinónimo de **Capacidad Laboral**.

No Apto, No siempre supone automáticamente **Incapacidad**

De hecho esta es una controversia no resuelta, y así se pueden dar las siguientes situaciones controvertidas:

- No incapacidad y No Apto
- Incapacidad y Apto (profesiones específicas, conductores profesionales, manejo de armas).
- Discapacidad y Capacidad laboral (Trabajadores en centros especiales de empleo o con contratación bonificada por contrato de discapacitados)
- No Conciencia de Enfermedad e Incapacidad manifiesta aunque no reconocida
- No Incapacidad y Riesgo para si mismo y/o terceros

Capacidad según la Ley General de la Seguridad Social supone poder desarrollar una **profesión. Tener Capacidad es tener Aptitud**

Apto para el Puesto de Trabajo depende de:

- Especiales capacidades exigidas al Trabajador
- Especiales características del Proceso Laboral
- Especiales características del Espacio o Centro de trabajo
- Riesgos Especiales
- Circunstancias extraordinarias. Aptitudes reglamentariamente exigidas para determinados trabajos o profesiones.

La RAE define la Aptitud como la idoneidad o suficiencia para ejercer un empleo o cargo. Capacidad o disposición al buen desempeño o ejercicio de una industria, un arte, un negocio, etc.

Desde el punto de vista de la medicina del trabajo sería la valoración de la relación entre las demandas del trabajo y el estado de salud del trabajador.

Condición de trabajo art. 4 L31/95 Ley de Prevención de Riesgos Laborales

- Se entenderá como «condición de trabajo» cualquier característica del mismo que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y la salud del trabajador. Quedan específicamente incluidas en esta definición:
 - a) Las características generales de los locales, instalaciones, equipos, productos y demás útiles existentes en el centro de trabajo.
 - b) La naturaleza de los agentes físicos, químicos y biológicos presentes en el ambiente de trabajo y sus correspondientes intensidades, concentraciones o niveles de presencia.
 - c) Los procedimientos para la utilización de los agentes citados anteriormente que influyan en la generación de los riesgos mencionados.
 - d) Todas aquellas otras características del trabajo, incluidas las relativas a su organización y ordenación, que influyan en la magnitud de los riesgos a que esté expuesto el trabajador.

Capacitado o Incapacitado para el trabajo

Para establecer si se está capacitado o incapacitado para un trabajo debe tenerse en cuenta no tan sólo la posibilidad teórica y abstracta de realizar un trabajo, sino:

- **Realidad concreta e individual del trabajador**
- **Capacidad residual que mantiene**
- La **posibilidad de llevar a cabo todas** o las **fundamentales tareas** de la misma
- **Capacidad de desarrollo del trabajo, con habitualidad, asiduidad, mínimo de profesionalidad, rendimiento y eficacia.**
- **Posibilidad de trasladarse al lugar de trabajo** por sus propios medios y **permanecer** en él durante toda la jornada y **efectuar** allí la **tarea encomendada.**
- Capacidad de **interrelación con los quehaceres** de otros compañeros.
- Realización del trabajo con unos **mínimos de dedicación, diligencia y atención.**
- **No concitar riesgo para sí o para otros adicionales o superpuestos a los normales del trabajo.**
- *Y todo ello sin tener que ejercitar una capacidad de sacrificio y entrega desmesurado, más allá de lo esperado en un actividad laboral o una comprensión por la empresa que se escapa a una relación profesional exigente con intereses económicos.*

Valoramos situaciones como de **Capacidad Laboral** cuando el **estado de salud del trabajador es compatible con su trabajo o actividad y no causa merma sustancial en su rendimiento profesional.**

El punto de corte aparece para la **incapacidad** viene fijado al menos **en más del 33%** para la condición de incapacidad permanente **parcial** y en las **tareas fundamentales o en todas de su profesión para la total.**

La **Incapacidad laboral** hace mención a la **disminución o anulación de la capacidad laboral**, la **incapacidad de ganancia** marca el **principio compensatorio** y la **incapacidad profesional** el **principio definitorio.**

La **Incapacidad** se manifiesta por la **imposibilidad de realizar la actividad productiva** de manera temporal o permanente, parcial, total o absolutamente, produciéndose por consecuencia una reducción de la capacidad real de ganancia.

3. SECUENCIA PARA LA VALORACIÓN DE LA CAPACIDAD LABORAL

- A. **Determinar la existencia de una lesión o proceso patológico. Las Deficiencias**
- B. **Objetivar las consecuencias de estas Deficiencias que causan las Limitaciones orgánicas y/o funcionales en el trabajador.**
- C. **Conocer las tareas realizadas por el trabajador. Conocer los requerimientos profesionales del trabajo y circunstancias específicas del ambiente laboral.**
- D. **Establecer la relación entre las CAPACIDADES FUNCIONALES del TRABAJADOR o las limitaciones funcionales o capacidades restantes del trabajador y los Requerimientos del Trabajo, CAPACIDADES que PRECISA el TRABAJO.**

La **Valoración Médica de la Capacidad Laboral o Aptitud para Trabajar** requiere la **evaluación de la capacidad psicofísica del trabajador para realizar su trabajo y el conocimiento profundo y detallado de las funciones esenciales de su trabajo, para identificar y evaluar eventuales riesgos adicionales para su propia salud o la de otros, derivados de las características psicofísicas del trabajo.**

La valoración de la capacidad laboral en materia de seguridad social tiene un marcado contenido y referencia profesional, se está capacitado o no para una profesión o para todo trabajo.

Valoramos la **Incapacidad Laboral** como la **Alteración de la Salud Incapacitante para el Trabajo**

- **Alteración de la salud con carácter de intensidad suficiente, que impida realizar las funciones esenciales de su Trabajo**
- **Alteración de la salud con efecto real sobre producción activa, que impiden obtener rentas por el trabajo**

Por ello los pasos a seguir serían:

- **Primero, conocer el ESTADO DE SALUD. Capacidades Funcionales que ha perdido/mantiene el trabajador.**
- **Segundo conocer los REQUISITOS DE SU TRABAJO Capacidades que requiere su trabajo.**
- **Tercero concluir si MANTIENE O NO CAPACIDAD LABORAL puestas en relación estas dos valoraciones.**

Para ello es necesario disponer de una metodología y protocolos de actuación.

3.1. Valoración funcional de las capacidades del trabajador

Para la Valoración Funcional de las CAPACIDADES del Trabajador, y conocer su estado de salud, debiéramos de poder responder a las siguientes cuestiones:

- ¿Qué le pasa, cual es el proceso patológico o la lesión que presenta?
- ¿Qué lo originó, cual fue su causa accidental o por enfermedad y de qué tipo, tuvo causa en el entorno laboral, tuvo causa extralaboral?
- ¿Cuándo apareció la lesión o el proceso patológico?
- ¿Qué evolución ha seguido?
- ¿Qué tratamientos ha seguido, precisa, sigue y precisará?
- ¿Cuál es su servidumbre terapéutica*?
- ¿Qué hallazgos exploratorios por aparatos encontramos?
- ¿Qué residuales presenta, cuáles son las limitaciones orgánicas o funcionales que presenta?
- ¿Tienen o no carácter impeditivo para su trabajo?
- ¿A qué funciones afecta?
- ¿Qué funcionalidad mantiene?
- ¿Tienen o no carácter temporal o permanente?

(*Pérdida de autonomía funcional derivada de la necesidad de seguir un tratamiento)

Lo que concluye en **Incapacitante** es la **intensidad y trascendencia laboral (en el trabajo o profesión)** de las **Limitaciones Funcionales** presentes. Lo que condiciona la **Capacidad Laboral es disponer de Funcionalidad para el Trabajo**.

La PARADOJA VALORATIVA EN VALORACIÓN EN SEGURIDAD SOCIAL: No relación lineal entre deficiencia e incapacidad laboral, puede el trabajador presentar una gran deficiencia y estar capacitado o una pequeña merma en la funcionalidad global y ser incapacitante (Ej una situación de necesidad de silla de ruedas y estar capacitado para trabajar como juez o una pérdida de una falange distal del dedo meñique en un violinista)

3.2. VALORACIÓN DE LOS REQUISITOS DE LA OCUPACIÓN.

Debiéramos conocer en qué trabaja de forma certera, no por manifestaciones, interesadas, o por referencias del trabajador, pues el trabajo es el elemento principal que determina la incapacidad o capacidad laboral

Para reconocer los requisitos de un trabajo debiéramos responder a estas cuestiones:

1. ¿En qué trabaja?
2. ¿Qué hace?
3. ¿Cómo lo hace?
4. ¿Con qué lo hace?
5. ¿Qué profesión realiza?
6. ¿Qué ocupaciones incluye, qué ocupaciones afines?
7. ¿En qué sector de actividad trabaja?
8. ¿Cuál es su grupo profesional?
9. ¿Qué competencias y tareas describen su profesión?
10. ¿Qué requerimientos profesionales precisa?*
11. ¿Qué riesgos y circunstancias especiales tiene derivadas del ambiente, de las herramientas o material de trabajo o la especificidad de sus cometidos?***

¿Qué requerimientos profesionales precisa?*

- Carga física
- Carga biomecánica
- Manejo de cargas
- Trabajo de precisión
- Sedestación
- Bipedestación
- Marcha por terreno irregular
- Carga mental
- Requerimientos auditivos, visuales, o de otros órganos de los sentidos
- Autonomía

** ¿Qué riesgos y circunstancias especiales tiene derivadas del ambiente, de las herramientas o material de trabajo o la especificidad de sus cometidos?

- Inhalación de polvos, humos, gases o vapores
- Exposición a ruido
- Exposición a temperaturas extremas
- Exposición a radiaciones ionizantes
- Exposición a radiaciones no ionizantes
- Exposición a sustancias sensibilizantes
- Exposición a sustancias carcinógenas
- Exposición a agentes biológicos

3.3. Conclusiones, Juicio Clínico Laboral

La Valoración de la Capacidad Laboral es una Valoración multiaxial, es decir obliga a tener en cuenta una valoración:

Diagnóstica de secuelas: Se valoran los diagnósticos impeditivos laborales o incapacitantes que constituyen las Deficiencias, son Diagnósticos desarrollados incluyendo etapificación, estadiaje o clasificación o gradación del proceso.

Terapéutica: Tratamientos recibidos, en curso o por recibir, y su servidumbre.

Evolutiva: Respuesta a los tratamientos y la propia deriva evolutiva del proceso.

Funcional. Limitaciones orgánicas, o funcionales: Jerarquizar, graduar, definir intensidad y magnitud de las limitaciones y referenciarlas respecto de las diversas funciones físicas o psíquicas de un individuo. Establecer funciones o funcionalidad que mantiene para poder valorar la capacidad funcional restante.

De Revisión: previsible mejoría, proceso de evolución incierta.

Preventiva: Tarea contraindicadas con su enfermedad. Riesgo para sí o para otros.

En cuanto a las **Conclusiones y el Juicio Clínico Laboral** conviene establecer la **diferencia**, desde un principio, **entre capacidad laboral y capacidad de ganancia: la primera, entendida como la aptitud de un hombre para desempeñar un puesto de trabajo, y la segunda, como la posibilidad efectiva y no solo teórica de obtener, en un mercado de trabajo libre, una compensación económica mediante una actividad manual o intelectual adecuada.**

La labor del **médico evaluador** ante un paciente que reclama un estudio de **capacidad laboral** debe **limitarse a determinar el déficit funcional que padece el enfermo, y referir las requisitorias de su trabajo, estableciendo el oportuno juicio clínico laboral, donde referencie el grado funcional de las deficiencias y limitaciones**

y las capacidades que mantiene, dejando la valoración definitiva del grado de invalidez a los estamentos administrativos (EVI INSS, Equipos de Valoración Incapacidades del Instituto Nacional de la Seguridad Social) o los órganos judiciales correspondientes. En cualquier caso nuestro sistema de valoración de Incapacidad es de marcado y singular carácter laboral y por ello precisa relacionar limitaciones funcionales y exigencias laborales.

Valorar Capacidades Funcionales de un Trabajador o las Capacidades restantes supone determinar, objetivar, cuantificar y cualificar su Funcionalidad Laboral, valorando no los diagnósticos per se, sino su trascendencia incapacitante, es decir sus consecuencias, causando limitaciones funcionales resultantes por una lesión o enfermedad al trabajador que concitan disminución o anulación de las funciones requeridas por el trabajo.

Estimar la Aptitud para Trabajar, la Capacidad Laboral supone asegurarse de que el trabajador está en condiciones de realizar las tareas requeridas por su trabajo con efectividad, y sin riesgo para él mismo o para terceras personas, para lo cual precisamos conocerla evaluación de su estado de salud, y un conocimiento profundo de las demandas y requerimientos detallados del puesto de trabajo.

4. EL CRITERIO DE «PROFESIONAL» EN LA VALORACIÓN DE LA INCAPACIDAD EN SEGURIDAD SOCIAL Y LA PROFESIÓN HABITUAL

- En la evaluación del daño profesional o laboral, se atiende a la capacidad residual genérica (en relación a la profesión o trabajo) que le resta al trabajador.
- La jurisprudencia destaca el carácter esencial y determinante de la Profesión en la calificación jurídica de la situación residual del trabajador.
- De tal forma que unas mismas lesiones o secuelas pueden ser constitutivas o no de grado incapacitante en función de las actividades o tareas que requiera la profesión del presunto incapaz.
- Relaciona las Dolencias con Profesión.
- Exige en razón a esta ligazón, a concluir si está impedido o no, para realizar todas o las principales tareas de la misma o sólo en parte. Caso de la declaración de Incapacidad Permanente Total para su trabajo habitual, Incapacidad Permanente Parcial para su trabajo habitual, o Lesiones Permanentes no Invalidantes (Baremos en caso de Accidente de Trabajo o enfermedad Profesional)
- O si bien el impedimento es para toda profesión u oficio, concluyendo en la inhabilitación por completo para desarrollar cualquiera de ellas. Incapacidad Permanente Absoluta para todo trabajo.
- El dintel incapacitante es la superación del 33 % de pérdida en su rendimiento normal para la profesión.
- Así si superado este pero sin impedirle la realización de las tareas fundamentales de la misma, estaríamos en una Incapacidad Permanente Parcial para la Profesión Habitual, que legalmente se define como la que sin alcanzar el grado de Total, ocasione al trabajador afectado una disminución no inferior al 33 por ciento en su rendimiento normal para dicha profesión, sin impedirle la realización de las tareas fundamentales de la misma.
- La Incapacidad Permanente Total para la Profesión Habitual es la que inhabilita al trabajador para la realización de todas o de las fundamentales tareas de dicha profesión, siempre que pueda dedicarse a otra distinta, manteniendo aptitud psicofísica suficiente para poder desempeñar otra más liviana, sedentaria o de requisitorias diferentes, o secundarias del oficio mismo o cometidos complementarios de este en adecuadas condiciones de dedicación y rendimiento, y compatible con las limitaciones funcionales padecidas.

- Se entenderá como Incapacidad Permanente Absoluta para todo trabajo. la que inhabilite por completo al trabajador para toda profesión u oficio. Es decir la derivada de un conjunto de lesiones o residuales de tal gravedad que anulen al trabajador por completo su capacidad laboral, incluso para la realización de trabajos de bajos requerimientos físicos y/o intelectuales, como son los trabajos sencillos, livianos o sedentarios.
- La Gran Invalidez no es un grado superior sino un complemento económico, derivado de la especial situación del trabajador afecto de *incapacidad permanente* y que, por consecuencia de pérdidas anatómicas o funcionales, necesita la asistencia de otra persona para los actos más esenciales de la vida, tales como vestirse, desplazarse, comer o análogos.
- Las Lesiones Permanentes No Invalidantes o Baremos. Sólo se otorgan para indemnizar residuales en supuestos de accidente de trabajo o enfermedad profesional, recogidos en un listado de baremos específicos, por lesiones definitivas que sin llegar a constituir una Incapacidad Permanente, supongan una disminución o alteración de la integridad física del trabajador

4.1 Profesión habitual

El concepto de profesión habitual es un concepto difícil de establecer en los tiempos que vivimos, siendo un concepto obsoleto, por los nuevos escenarios socio económicos que plantean actividades económicas novedosas, por la especialización continuada en el mundo del trabajo, por las nuevas tecnologías y su aplicación al mercado laboral, por la automatización y la robotización creciente de muchas de las profesiones, por la aparición de otras nuevas profesiones, por el continuo cambio en el mundo laboral tanto de los procesos, como de la industria, como de los servicios, que condicionan cambios en las condiciones de trabajo y en la preparación del trabajador. Por otra parte la movilidad laboral, es un fenómeno cada vez más frecuente, en algunos casos voluntaria, por oportunidad de negocio, y en otras obligada por la temporalidad en el empleo, y la precariedad laboral que supone acceso a ocupaciones disponibles, accediendo a trabajar en aquello que sea posible, más que en aquello que sea deseable o que responda a la formación básica que el trabajador disponía.

Todo lo antedicho conlleva a una valoración de la capacidad laboral en la que esta referencia a «profesión habitual» ya no resulta válida; así en la actualidad asistimos a una rotación por ocupaciones diversas en la historia laboral del trabajador al que debemos de valorar su capacidad laboral, lo que hace que el concepto de profesión habitual en las declaraciones de incapacidad permanente parcial o total para la profesión habitual, no siempre sea de fácil valoración.

Además de ello, está la reincorporación al mercado laboral tras los supuestos de declaración de incapacidad permanente total, en ocasiones a puestos con parecidas requisitorias a aquellas de la profesión a la que se resolvió la incapacidad, que añaden controversia a esta referencia en la valoración.

Lo que induce a proponer que la incapacidad permanente total, a la espera de un posible cambio de los grados de incapacidad laboral, y de su sistema de calificación, debiera de corresponder no a una profesión concreta sino a grupos profesionales con las mismas requisitorias. Lo que ya define la Guía de Valoración Profesional del INSS con acertado criterio.

Por otra parte la incapacidad permanente parcial para la profesión habitual resulta una indefinición manifiesta ya que no existe metodología para el cálculo de esa pérdida de al menos un 33% del rendimiento laboral

Debe entenderse por profesión habitual, no un determinado puesto de trabajo, sino aquélla para la que el trabajador está cualificado para realizar y a la que la empresa le haya destinado o pueda destinarle en la movilidad funcional.

En terminología jurídica del área social o laboral se establece en reiteradas sentencias que la profesión habitual, que es elemento determinante de la incapacidad no es respectivamente, ni equivale al concreto puesto de trabajo, ni a la concreta categoría profesional, sino a profesión en si misma, valorándose la **pérdida de capacidad para su desempeño** manera más importante que la pérdida de tal capacidad para un concreto puesto trabajo e incluso para una determinada categoría, dado que la pérdida en cuestión protege mediante una pensión vitalicia.

El art. 137.4 LGSS recoge el concepto de Incapacidad Permanente Total: «Se entenderá por incapacidad permanente total para la **profesión habitual** la que inhabilite al trabajador para la realización de todas o de las fundamentales **tareas** de dicha profesión, siempre que pueda dedicarse a **otra distinta**».

La Jurisprudencia y La Ley 24/97 orienta el concepto de **profesión habitual al grupo profesional**, definido en el artículo 22 del Estatuto de los Trabajadores.

La Ley 27/2011 modifica el artículo 141 de la LGSS y orienta dicho concepto de profesión habitual a **las funciones laborales** objeto de concesión de incapacidad.

4.2. Doctrina jurídica, respecto a la valoración de la incapacidad profesional o laboral

- a) Debe de acomodarse la decisión que en cada supuesto se deba de adoptar, a un **necesario proceso de individualización**, en atención a cuáles sean las concretas «particularidades del caso a enjuiciar» (conforme a SSTs de 2-4-1992 p de 29-1-1 993, que lo diferencian de las situaciones de otros distintos afectados, **tanto por la incidencia de otras lesiones, como por la concreta actividad desempeñada por el mismo**, que es la **determinante a efectos de esa valoración**, teniendo en cuenta la desarrollada, en su caso, en el momento del percance.0 del inicio de la situación de baja o de solicitud de la valoración invalidante (STS de 23-1 1-2000):
- b) Derivado de lo anterior, debe realizarse dicho proceso valorativo y de subsunción normativa, en atención a cuáles sean los «hechos singulares» del caso (SSTs de 17-3-1989, 27-11-1991 o de 9-4- 1992), pues, **lesiones** que aparentemente son **idénticas**, o bien **pueden diferenciarse en su concreta graduación, o bien afectar de modo distinto a los diversos trabajadores, o tener un distinto alcance en cuanto a su particular repercusión funcional** (STS de 25-1-2000).
- c) Ello conduce, en la práctica, a la casi **imposibilidad de poder llegar a una generalización de soluciones homogéneas** en esta materia (STS de 9-3-1995), que son muy casuísticas cuando se refieren a la concreta determinación del grado invalidante, dificultando así la necesaria evidencia de la existencia de contradicción entre diversas soluciones judiciales de distintas Salas de lo Social de los diferentes Tribunales Superiores de Justicia, que permita, conforme al artículo 217 de la Ley de Procedimiento Laboral, el acceso de las soluciones judicialmente adoptadas a la Unificación de Doctrina (STS 27-1-1997, entre otras).
- d) Que, dado el **carácter marcadamente profesional de nuestro Sistema de protección social en relación con la invalidez, lo que interesa valorar es, cuál sea la capacidad laboral residual que, las secuelas que han sido tenidas como definitivas, permiten al afectado. Y ello, bien sea para la que haya venido siendo su profesión habitual hasta el momento de acaecer la incidencia presuntamente invalidante** (STS de 23-11- 2000 ya citada), **o bien, en general, para cualquier otra actividad u oficio**. De donde derivará una u otra calificación de las mismas, de acuerdo con los distintos tipos invalidantes que vienen legalmente previstos, actualmente en el artículo 137 de la Ley General de la Seguridad Social de 20-6-1994 (Parcial para el trabajo habitual, Total para el trabajo habitual, o Absoluta para toda clase de trabajo).

- e) Que esa **valoración de teórica capacidad laboral**, tiene que verificarse teniendo en cuenta que, **la prestación de un trabajo o actividad, debe ser realizado en condiciones normales de habitualidad, a los efectos de que, con un esfuerzo normal, se pueda obtener el rendimiento que sea razonablemente exigible** (SF5 de 22-9-1989); **sin que por lo tanto, sea preciso para ello la adición, por parte del sujeto afectado, de un sobre esfuerzo que deba ser tenido como especial** (como señalan las SSTs de 11-10-79, 21-2-1 981 o 22-9-1989), y además, **prestando ese trabajo concreto, o desarrollada la actividad, tanto con la necesaria profesionalidad** (STS 14-2-1989), **como conforme a las exigencias normales de continuidad, dedicación y eficacia, que son legalmente exigibles** (STS de 7-3-1990), y consecuentemente, **con desempeño de un modo continuo y de acuerdo con la jornada laboral que sea la ordinaria en el sector de actividad o en la empresa concreta** (SSTs 16-2-1989 o de 232-1990).

En consecuencia con todo ello, que **por lo tanto, más que de incapacidades en general, de lo que tiene que hablarse es de incapacitados** (STS 24-1-1991), al tenerse que **decidir, en cada distinto caso** que sea objeto de litigio, conforme al mencionado artículo 137 de la LGSS, en atención a **cuáles sean sus concretas y particulares circunstancias** (SSTs de 20-4-1992 o de 11-4-1995), en cuanto que en materia de invalidez, como ya se ha indicado, **difícilmente pueden darse supuestos con una identidad sustancial**. Por consiguiente, que **cada situación se decide en función de todas y sus particulares circunstancias** (STS de 3-3-1998), es decir, atendiendo a la «especificidad litigiosa» del caso.

5. CONCLUSIONES

Resulta chocante que en un sistema de calificación de la capacidad laboral en seguridad social como el nuestro, donde tiene un carácter principal la valoración «profesional» o «laboral» sea en los últimos años cuando se ha puesto remedio a la falta de herramientas para su valoración.

Para una correcta valoración de la capacidad laboral, urge una metodología de valoración debidamente contrastada y normalizada, tanto por su referencia a publicación normada, como por su uso extensivo, como por su contraste científico validado.

La valoración de las aptitudes o capacidades laborales requeridas por el trabajo necesita establecer un sistema común y una actualización y definición de las aptitudes a valorar, y del concepto de profesión, ocupación, trabajo y tareas.

Siendo por tanto esencial precisar qué valoramos y cómo lo hacemos, en la valoración «profesional» o de la «capacidad laboral» u «ocupacional» o del «trabajo» en nuestro sistema de seguridad social.

BIBLIOGRAFÍA

1. El informe pericial. El informe clínico laboral. Valoración médica y jurídica de la incapacidad laboral. Autor: Borobia Fernández, Cesar. Editorial la Ley.
2. El informe en la jurisdicción laboral. Valoración del daño en el ámbito laboral. **Valoración médico-legal del daño a la persona: civil, penal, laboral y administrativa. Responsabilidad profesional del perito medico**. Autor: Criado del Rio, Maria Teresa. Editorial Colex.
3. El informe de antecedentes profesionales. Las incapacidades laborales. Un punto de vista práctico. Autor: José María Blanco Martín; y otros. Editorial Lex Nova.
4. Concepto de Incapacidad. Memento Seguridad Social 2013. Autor: F. Lefebvre Editorial Francis Lefebvre

5. La incapacidad laboral o incapacidad profesional. Valoración de la incapacidad laboral. Autor: José A. Ojeda Gil, editorial: Díaz de Santos
6. Requerimientos para la valoración de la capacidad laboral. Informe de antecedentes profesionales. Manual de evaluación de requerimientos para la valoración de la capacidad laboral (mercal-2008).
7. Evaluación profesional del paciente en situación de incapacidad. El informe de antecedentes profesionales. Cuestionario laboral. Autor: Rafael Ramos
8. La valoración profesional. Guía de valoración profesional INSS 2012. Autores: Arancón, Angel; Artazcoz, Juan; Baz, M. Auxiliadora; Cañabate, M. Dolores; Carbajo, M. Dolores; García Herrera, Manuel; Pro, F. Javier; Roca, Ramón; Sereno, Manuel.
9. La ficha de evaluación de la capacidad laboral del foro IT. Academia de Ciencias Médicas de Bilbao. Autores: Juan Goiria; José Manuel Vicente; Iñaki Enríquez; Xabier Elexpe; Andoni Foruria; Begoña Gutiérrez Ruiz; Concepción Martín de Bustamante; Cosme Naveda; Juan Carlos Coto; Karnele Araujo; Luis Casado de Dios; Maxi Gutiérrez; Ramón Arambarri; Victor Echenagusía.
10. Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales; RD 39/1997 Reglamento Servicios de Prevención
11. RD 1/1994 Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social
12. RD 5/2000 Ley de infracciones y sanciones orden social (LISOS)
13. Protocolos de Vigilancia de la salud del Ministerio de Sanidad
14. Documento Valoración de la Aptitud para trabajar. Cátedra de Medicina del Trabajo de MC Mutual UPF
15. Decálogo de la valoración de la aptitud para trabajar. Arch Prev Riesgos Labor 2007; 10 (2): 93-97
16. NTP 387 Evaluación de las Condiciones de trabajo: método del análisis ergonómico del puesto de trabajo
17. La Ley 24/1997, de 15 de julio, de consolidación y racionalización del Sistema de Seguridad Social
18. Prevención integral. Jurisprudencia comentada <http://prevencionintegral.com>
19. Guía de Valoración de Incapacidad laboral para médicos de Atención primaria. ENMT; INSS; ISCIII http://www.isciii.es/htdocs/publicaciones/documentos/GUIA_DE_VALORACION_DE_INCAPACIDAD_LABORAL_PARA_AP.pdf
20. Manual Evaluación requerimientos para valoración de capacidad laboral (MERCAL-2008) <http://www.cop.es/delegaci/andocci/es/noticia.asp?tema=1817&pag=13&id=81&bus>
21. Manual de valoración de puestos de trabajo para las empresas adscritas al Convenio colectivo para la industria siderometalúrgica www.industria.ccoo.cat/industria/girbau/grups/VALORACIO.pdf

Inspección médica

Finalización del proceso de incapacidad temporal y el retorno al trabajo

Ending the temporary inability-period and returning to work

Villaplana García, María

1. Mutua Universal. Departamento de Gestión de la Siniestralidad.
2. Universidad de Murcia. Departamento de Psiquiatría y Psicología Social. Facultad de Ciencias del Trabajo. España.

Recibido: 27-10-14

Aceptado: 03-11-14

Correspondencia

Villaplana García, María
Mutua Universal
Departamento de Gestión de la Siniestralidad
Av. Oscar Esplá, 23-25
03007 ALICANTE. España.
mvillaplana@mutuauniversal.net
Universidad de Murcia
Departamento de Psiquiatría y Psicología Social
Facultad de Ciencias del Trabajo
30100 Espinardo (MURCIA). España.
mvilla@um.es

Resumen

Objetivo: En este trabajo se presentan los resultados de un estudio que analiza la influencia de determinadas variables relacionadas con la gestión de la Incapacidad Temporal por Contingencias Comunes en una Mutua de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social con el Retorno al Trabajo: duración y tipo de alta del proceso.

Método: Estudio descriptivo retrospectivo del total de procesos de baja por contingencia común producidos en las 65.540 empresas, que en un intervalo de seis años, tuvieron cubierta la Contingencia Común con la mutua. Se analiza el efecto de algunos factores relacionados con la gestión de dicha contingencia en la duración y el motivo de finalización de las bajas. Se indican los valores (p) de cada prueba y se estima la relevancia de dicha relación (d).

Resultados: El 86.9% de los casos fueron alta por mejoría y curación, con una duración mediana de 32 días. Un 14.0% de los procesos causaron alta durante la primera semana de inicio de la gestión por parte de mutua. La demora de integración de las bajas en el registro de mutua para el inicio de la gestión del caso muestra un efecto destacable ($r_{xy} = 0.120$) sobre su duración. Se observa una relación estadísticamente significativa y un efecto relevante ($V = 0.126$) del cambio del ciclo económico sobre el motivo de alta de los procesos, observando un importante descenso a final del periodo del alta por *incomparecencia*.

Discusión: Los resultados permiten describir la ITCC como un proceso de decisión del trabajador en el que incide, además del estado de salud, otras variables que determinaran la duración de la baja y el retorno al trabajo. La mejora de los sistemas de registro y mayor celeridad en la comunicación de la información de los casos de ITCC permitiría a las entidades colaboradoras mejorar la eficacia de su gestión.

Med Segur Trab (Internet) 2014; 60 (237) 675-684

Palabras clave: Incapacidad temporal. Mutuas. Reincorporación al trabajo. Factores psicosociales.

Abstract

Objective: This issue analyses the relationship between the influence of particular variables: the Temporary Inability due to Common Contingencies in an Insurance Company Funds register for Accidents at Work and Occupational Illness -linked to the Spanish Social Security- and the return to work: length of stay and admission process.

Method: A descriptive, retrospective study of all discharge proceedings regarding common contingency in 65,540 businesses that covered the common contingency with the insurance company during 6 years. The effect of some factors related to the management of such contingency is analysed regarding the length and reason for admission to hospital. The values of each evidence (p) are indicated and the relevance of its relationship is estimated as well (d).

Results: 86.9 of the people returned to their active work due to a condition improvement and recovery, taking an average of 32 days. 14.0% of the cases were discharged during the start of the management process in the first week of Insurance Company Fund register. The discharge process delay in the Insurance Company Funds register, which would allow to start the process management, shows a considerable effect ($r_{xy} = 0.120$) according with its length. There is a significant statistic relationship: a relevant changing effect of the economic crisis and the reason of returning-to-the-active-work- process ($V = 0.126$), showing an important decrease at the end of the period of returning to work as a result of absenteeism.

Discussion: The results describe the *Temporary Inabilities for Common Contingencies (Spanish ITCC)* as an own decision process of the worker dealing not only with the healthcare, but with other variables handling the period of absence and the return to work. The progress in the register systems and the quickness when communicating the ITCC cases would allow to improve the management efficiency in all the cooperative entities.

Med Segur Trab (Internet) 2014; 60 (237) 675-684

Keywords: Sickness Absence. Health System. Return to Work. Psycho-social Factors.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo resume los resultados relacionados con la gestión de los procesos de Contingencia Común de los trabajadores adheridos a una mutua, extraídos de un amplio estudio que analiza la influencia de las variables a diferentes niveles sobre el comportamiento de la ausencia por enfermedad en España, cuyas conclusiones generales fueron publicadas en un artículo previo en esta revista¹, en el que se describió el proceso de la Incapacidad Temporal (IT) como un proceso complejo en el que, además del estado de salud, están implicados otra serie de factores determinantes de la decisión del empleado para ausentarse, solicitar la baja (P9) y posteriormente reincorporarse. En la actualidad, los planteamientos holísticos e integradores nos permiten explicar la IT como una conducta específica de naturaleza multifactorial relacionada tanto con la capacidad de asistir de la persona reducida en los casos de una salud deteriorada, como con la motivación para hacerlo que puede estar relacionado con una amplia gama de factores, fundamentalmente de origen psicosocial presentes a diferentes niveles, persona-puesto, organización y entorno², entre otros: los modelos de gestión y de protección del Sistema Público; el índice de población de cada región; el sector económico predominante de esa zona; sus hábitos y el contexto sociológico o la práctica en la emisión de los partes de baja de cada centro sanitario.

La Organización mundial de la Salud señala que las evidencias indican tanto un papel directo como indirecto del medio ambiente psicosocial del trabajo sobre los índices de salud de la organización, tales como el absentismo y las bajas por enfermedad, además del impacto que los riesgos psicosociales nocivos presentes en las condiciones de trabajo ejercen sobre la salud física, mental y social de los trabajadores; de tal modo que, el nivel de riesgo de los factores de psicosociales podría ser un importante indicador de la ausencia por enfermedad.

La necesidad de desarrollar trabajos que nos permitan ampliar el nivel de conocimiento sobre la incidencia de factores del entorno del trabajo capaces de reducir las bajas por enfermedad y mejorar el retorno y la estancia de empleados con bienestar psicológico se concluye en las iniciativas danesas del Centro Nacional de Investigación de Condiciones de Trabajo en curso (PRISME y CORSA).

También en nuestro país, estudios realizados con amplias muestras de casos de IT por Contingencia Común (ITCC) concluyen en esta línea y señalan que los factores sociodemográficos, sociolaborales y sociosanitarios «en ocasiones son más influyentes en la decisión de volver al trabajo que la propia enfermedad» (p.14). Definido el Retorno al trabajo como un proceso complejo influido por diferentes variables Benavides y colaboradores proponen un modelo explicativo –elaborado a partir de los trabajos de Gründemann y Vuuren– de la Incapacidad Temporal con los factores de riesgo que hay alguna evidencia de su relación con la IT, tanto los ligados a las condiciones de trabajo y personales (factores *proximales*) como los relacionados con el mercado laboral, el Sistema de la Seguridad Social y el sistema sanitario (factores *distales*). Apuntan los autores la necesidad de saber más sobre los factores *pronóstico* o de vuelta al trabajo, de los que se ha desarrollado menos literatura, aun cuando hoy ocupa un lugar preferente en la investigación de la IT. Años antes, la Comisión de las Comunidades Europeas insistía en la necesidad de: añadir en el análisis organizacional el resto de factores que actúan sobre la salud, más allá de los problemas reconocidos en la Enfermedad Profesional y el Accidente de Trabajo, dado que intervenir sobre estos riesgos no solo posibilita la prevención y el control de patologías de morbilidad psiquiátrica o psicosocial, sino también de otras que aparentemente no guardan relación con éstos y que comienzan produciendo quejas y molestias que posteriormente ocasionaran una baja por IT.

Con el objetivo de conocer más sobre los factores que a nivel meso y macro se relacionan con el comportamiento de la ausencia por enfermedad se expone en este trabajo los resultados y las conclusiones alcanzadas del estudio de las variables relacionadas con la gestión de la Contingencia Común de la que se disponía información

en una mutua y que permitió observar la relación y el grado de influencia del *tiempo de demora de integración* (Fecha Baja ITCC – Fecha de apertura del expediente en mutua) de los episodios de ITCC con duración superior a 15 días y el cambio de ciclo económico en la finalización del proceso y el retorno al trabajo (causa de alta y duración).

MATERIAL Y MÉTODO

Los datos de los procesos de Incapacidad Temporal por Contingencia Común (ITCC) que integran el estudio los aporta una Mutua de Accidente de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social (Mutua a partir de ahora), entidad que, a su vez, obtiene la información del Servicio Público de Salud vía telemática, al recibir la copia del parte de baja (P9) emitido por el médico de atención primaria. Los datos referidos a las variables relacionadas con la gestión de los procesos: la demora de la integración y motivo del alta o finalización del proceso constaban en Mutua.

La población la integra el total de procesos de baja por ITCC –con duración superior a 15 días– registrados en mutua de los trabajadores de las empresas que entre 1/01/2005 y el 31/12/2010 tuvieron cubierta algún año la Contingencia Común con la mutua. Del total de casos ($N=784.137$), se restaron los procesos de trabajadores pertenecientes a Regímenes Especiales de la Seguridad Social y las bajas activas a fin de periodo, integrando finalmente el estudio 598.988 procesos de alta con una duración máxima de 365 días. La identificación individual por trabajador de estos procesos no fue posible dada la amplitud de la muestra, la naturaleza de la base de datos y el volumen manejado con un total de 22.363.275 apuntes de datos.

Los indicadores de ITCC empleados fueron la Frecuencia, el Índice de IT [$(N^{\circ}$ Procesos/Población Protegida) * 100] y la Duración [Fecha de Alta (dd/mm/aaaa) – Fecha de Baja (dd/mm/aaaa) + 1 día]. Como parámetro de estimación central de la duración se empleó la Duración Mediana (DM) que representa la mediana de la duración en días de las altas, o de procesos que iniciaron la baja en el periodo y de los que se ha registrado el alta a 31 de diciembre de 2010.

En el análisis estadístico para el tratamiento de los datos se empleó la aplicación SPSS 19.0 y el programa Excel. Para la descripción de las variables se hallaron los estadísticos de tendencia central y dispersión, así como, las frecuencias y porcentajes. Para analizar las asociaciones bivariantes, en función de la naturaleza de las variables, se emplearon distintas pruebas indicando los valores p y se estimó el Índice del Tamaño del Efecto (d) de la muestra en la significación estadística ($p<0.000$) resultante, empleando el índice de métrica común propuesto por Cohen que indica la magnitud de una relación o efecto, con valores de «0.10» para un Efecto Bajo, «0.30» Medio y «0.50» Alto para variables cuantitativas o cualitativas y de «0.10» como Efecto Bajo y «0.25» Efecto Alto para cuantitativas/cualitativas.

RESULTADOS

El análisis de las frecuencias de los 598.988 procesos analizados permite describir la muestra integrada por un total de 65.540 (CIF's) de las empresas que, durante el periodo de seis años, han tenido cubierta la contingencia común en mutua al menos un año, dado que 26.664 CIF's –un 40.68% de las empresas– no mantuvieron dicha cobertura activa durante los seis años, al cesar la cobertura antes del 31/12/2010 o al haberla iniciado con posterioridad al 01/01/2005.

La representación gráfica de los procesos de ITCC por su duración en días hasta los 545 –finalizada la prórroga de la situación de IT– refleja una distribución leptocúrtica y asimétrica con sesgo positivo a la derecha, con una puntuación mediana de 33 días y una media de 68.72 días. Además, se comprueba el aumento de la frecuencia de altas que se produce en los procesos con 365 días de duración debido al alta por agotamiento de

plazo, en cuanto que es la duración máxima de la IT en España para las bajas sin complicaciones adicionales que precisen prórroga expresa. Por ello, se establece esta como duración máxima de los procesos.

Depurados estos casos, la muestra -compuesta finalmente por todos los procesos con una duración superior a 15 días y menor o igual a 365 días- presentan idéntica distribución: leptocúrtica (Cr 5.618) y asimétrica con sesgo positivo a la derecha ($As=$ 2.329), puntuación mediana (DM) de 32 días y media de 59.06 días (DT 69.503).

Se constata que la mayor acumulación de las altas de los procesos de ITCC se produce en el intervalo de duración entre 16 y 22 días. La duración de 18 días es el valor que mayor frecuencia de altas acumula (3.9% del total), seguido de las bajas con una duración de 19 días que representa un 3.43%. Un 14.0% de procesos causó alta durante la primera semana de inicio de la gestión de la CC en la mutua.

En referencia al *motivo de alta* o de finalización del proceso codificado en mutua refleja que la mayor frecuencia de altas se produce por *mejoría* (67.5%), siendo la *curación* la segunda causa más frecuente (19.4%), lo que representa que un total de 86.9% de casos finalizan en un plazo medio de 32 días desde el inicio del episodio.

Tabla I. Distribución de los procesos de ITCC según causa del Alta

	CAUSA			
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
CURACIÓN	116465	19,4	19,4	19,4
FALLECIMIENTO	1348	,2	,2	19,7
AGOTAMIENTO PLAZO	4970	,8	,8	20,5
INF. PROPUESTA	7042	1,2	1,2	21,7
INSPECCIÓN	7538	1,3	1,3	22,9
RECHAZO	13204	2,2	2,2	25,1
FIN COBERTURA	8383	1,4	1,4	26,5
INCOMPARECENCIA	35849	6,0	6,0	32,5
MEJORÍA	404189	67,5	67,5	100,0
Total	598988	100,0	100,0	

Cabe destacar la elevada frecuencia de altas por *incomparecencia* con un total 35.849 procesos, que representa al 6% de la muestra, seguido del *rechazo* o el alta por *inspección*. Por último, un 1.2% de casos fueron alta por *informe propuesta* como paso previo a la valoración para una Incapacidad Permanente.

El análisis de la relación del tipo de alta con el resto de variables demográficas y laborales analizadas refleja que el alta por *incomparecencia* -ausencia injustificada a los exámenes y reconocimientos médicos establecidos por los servicios sanitarios de la mutua- es superior en hombres que en mujeres, aunque esta superioridad no se considera relevante dado el tamaño del efecto hallado ($V=$ 0.061). Tampoco se refleja una influencia importante de la edad en el motivo del alta de los procesos de ITCC ($b^2 =$ 0.001); no obstante, se observan variaciones que reflejan que es más habitual que las altas por *incomparecencia* se produzcan entre los trabajadores con una edad media inferior al resto causas (37.8 años).

Sí se refleja la justificada relación entre el motivo de alta y la duración de las bajas ($b^2=$ 0.221), comprobando una clara correspondencia entre los procesos de mayor duración con la finalización por *agotamiento de plazo e informe propuesta* (Ver *Tabla II*). Se debe señalar que los casos que figuran como *rechazados* no implica que el proceso finalice, sino que se rechaza su gestión debido a los errores de codificación que justifican que dicha gestión no corresponde a mutua.

Tabla II. Duración Media de la ITCC según Causa del Alta

	N	96	DM	P25	P75	Media	DT
Curación	116465	19,4%	32	18	62	52,14	55,952
Fallecimiento	1349	0,2%	169	47,25	201	132,61	97,675
Agotamiento plazo	4970	0,8%	365	326	365	305,35	113,409
Inf. propuesta	7042	1,2%	228	134,75	310	216,97	101,473
Inspección	7538	1,3%	150	85	250	168,77	102,06
Rechazo	13204	2,2%	1	1	1	1,06	2,875
Fin cobertura	8383	1,4%	57	28	120	87,77	82,049
Incomparecencia	35849	6,0%	27	10	67	52,93	66,867
Mejoría	404189	67,5%	32	19	66	54,82	59,765

Analizadas con mayor detalle las altas por curación y mejoría se observa que, en ambos casos, tan solo un pequeño porcentaje (15% aprox.) supera los 90 días de DM finalizando, en el caso del alta por mejoría, un 32.3% durante la primera semana de inicio de gestión en mutua; así como, un elevado porcentaje de incomparecencias (53.2%) con una duración inferior a 30 días.

Se halla un efecto bajo pero destacable ($r_{xy} = 0.120$) de la *Demora de Integración* – número de días transcurridos entre la fecha de baja (P9) y la fecha de integración en el sistema de mutua– en la duración de las bajas, con una correlación positiva entre ambas variables, que refleja que una mayor demora de integración corresponde a una mayor DM de los procesos (Ver [Tabla III](#)), con una diferencia de seis días entre los procesos integrados con mayor o menor celeridad, excluidos los procesos con valores más extremos en los que la diferencia en días de DM se triplica.

Tabla III. Duración Media de la ITCC según la Demora de Integración de los procesos

	N	%	DM	P25	P75	Media	DT
< 16 DÍAS	34541	5,8%	29	11	76	59,45	75,085
16-20 DÍAS	362886	60,6%	30	18	63	54,38	63,883
21-25 DÍAS	114815	19,2%	34	20	71	61,1	69,816
26-30 DÍAS	34214	5,7%	35	20	73	61,94	71,447
30-60 DÍAS	28210	4,7%	34	19	67	58,28	68,646
> 60 DÍAS	24332	4,1%	82	30	179	115,49	104,275

Destacar la existencia de cierto porcentaje de casos registrados en mutua tras haber sido alta, de modo que, en las bajas con duración de 16 a 20 días (83.799 casos) restan tan solo como activas para inicio de gestión un 71.6% de los procesos, porcentaje que se amplía según aumenta la duración de los casos.

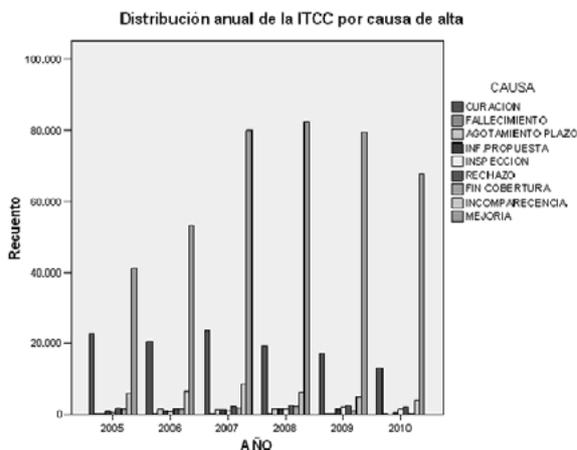
Del mismo modo, se observó diferencias en la demora de integración de las bajas por provincia ($b^2 = 0.002$) y Comunidad Autónoma ($b^2 = 0.001$), sin embargo, dado el tamaño del efecto hallado, no resultaron relevantes.

Analizando la evolución de esta variable por años en el intervalo de 2005 a 2010, se observan diferencias, no relevantes ($b^2 = 0.004$), que reflejan mayor agilidad en la integración al final del periodo (de 5 a 8 días) y que supuso pasar de los 25.66 días de media en la demora de integración de 2005 a 20.24 días de media en 2010.

Por último, se analiza el efecto de año de inicio de la baja y el cambio de ciclo económico sobre el motivo de alta del proceso observando que se producen diferencias a lo largo de estos seis años, que no resultan relevantes si se estudia la evolución anual ($V = 0.080$). No obstante, se observa que las altas por incomparecencia que habían

protagonizado un ascenso hasta 2007 representando un 23.9% del total, se reducen más de la mitad en 2010 (11.2%), aun siendo ésta causa de alta la tercera más frecuente, tras la mejoría y la curación, en todos los años del estudio, tal como refleja en la siguiente figura.

Figura 1. Distribución anual de la ITCC según causa del alta de los procesos



Al dividir en dos periodos el intervalo de estudio (2005-08 / 2009-10), tras la incidencia de la crisis a final de 2008 determinado por el índice de pérdida de empleo registrado en nuestro país; se observa una relación estadísticamente significativa ($X^2=9481.39$; $p=0.000$) y un efecto destacable ($V=0.126$) del cambio de ciclo económico sobre el motivo de las altas en la ITCC, que refleja como en época de crisis, frente a los motivos de alta que aumentan, como la «mejoría» y las altas por «inspección», otras, como el alta por «incomparecencia», se han reducido de forma importante.

DISCUSIÓN

El objetivo de este trabajo es describir y valorar la relación de la ITCC con las variables relacionadas con la gestión de la contingencia común en una mutua, de las que se disponía información y analizar el efecto que pudieran ejercer en la finalización del proceso, motivo de alta y la duración de las bajas, este último indicador fue analizado en profundidad en relación al resto de variables, demográficas, laborales, organizativas y del entorno en un trabajo previo¹ en el que se describía la duración mediana en días del total de altas analizadas en el mismo periodo de estudio de enero de 2005 a diciembre de 2010, en el que se reflejó la dificultad de interpretar los resultados hallados en los estudios sobre ITCC debido a la existencia de efectos cruzados entre las variables analizadas y al efecto del tamaño de la muestra empleada que puede causar confusión al hallar relaciones que resultan estadísticamente significativas pero que, sin embargo, resultan irrelevantes para explicar las diferencias encontradas.

Así sucede con la influencia de variables como el género y la edad en el motivo de alta del proceso, que refleja el mayor porcentaje de las altas por *incomparecencias* en hombres y trabajadores con edad inferior a 38 años.

Al contrario, la estimación del Índice de Tamaño del Efecto, nos permitió comprobar en referencia a esta variable un efecto destacable del cambio del ciclo económico en el motivo de alta, justificando como en época de crisis, aumentan los casos de alta por *mejoría e inspección* y se reducen de forma relevante en el último año las altas por *incomparecencia*, más de la mitad en comparación a 2007.

Que un total de 35.847 casos fueran alta por *incomparecencia* significa que el trabajador, tras ser citado de manera fehaciente por los servicios médicos de mutua para

seguimiento del caso, no acudió a cita ni pudo justificar posteriormente dicha ausencia procediéndose a ejecutar un alta a efectos económicos; este hecho podría estar reflejando que un 6% de la muestra no tenía motivo que justificara el mantener su situación de baja por ITCC, dado que de lo contrario dicha alta habría quedado sin efecto. Conclusión que se establecería en línea con lo señalado por estudios precedentes^{2,3} que justifican que la incomparecencia a revisión médica y la solicitud del alta por parte de los trabajadores tras recibir la citación, podría corresponder a absentismo prolongado injustificadamente.

Por otra parte, el cambio de perfil en el motivo de alta debido al efecto de la crisis, podría reflejar que ante el temor a perder el empleo, en una época en la que es más difícil encontrar otro, el trabajador solicite el alta previo al reconocimiento; decisión que, en caso de no corresponder con una mejoría o curación, podría derivar en *presentismo*, entendido como «la incorporación al empleo aun cuando existan o subsistan criterios objetivos para permanecer de baja»⁴.

En referencia a la Duración de la ITCC, cabe señalar el elevado porcentaje de casos (14.0%) que causó alta durante la primera semana de inicio de la gestión de la CC en la mutua y que corresponde al intervalo de duración entre 16 y 22 días. Por otra parte, la duración de 18 días es el valor que mayor frecuencia de altas acumuló (3.9% del total), si este dato se une al hecho de la *Demora de Integración* de los procesos en la mutua y del probado efecto de ésta en la duración mediana de las bajas, cabe suponer que invertir en la mejora de los procedimientos y los sistemas de registro posibilitara mayor control por parte de los gestores de los casos y una mayor adecuación de la duración de los procesos. En esta línea, en el último informe de evaluación de las medidas de racionalización y mejora de la IT, realizado por la Agencia Estatal de Evaluación de las Políticas Públicas y la Calidad de los Servicios (AEVAL)²⁶, se destaca que un 20% de los procesos de IT en España tienen una duración excesiva y causan un incremento del 30% del tiempo total de baja, lo que justifica que se produzca una elevada frecuencia de altas previas a los reconocimientos médicos o incomparecencias a las actividades de control, tras recibir las citaciones por parte del INSS.

LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES

La muestra utilizada para este análisis son los episodios de baja por contingencia común de los trabajadores protegidos en una mutua concreta que cuenta con una implantación nacional determinada, hecho que condiciona la distribución de la muestra.

Es un estudio de carácter retrospectivo que analiza los procesos de ITCC ocurridos y que debe adecuarse a la información registrada y disponible de los mismos una vez finalizados.

CONCLUSIONES

La Incapacidad Temporal por Contingencia Común puede describirse cómo una conducta de abandono laboral relacionada con una serie de variables a diferentes niveles.

La *Demora de Integración* de las bajas en los sistemas de mutua, para el inicio de la gestión de los casos a partir de los 15 días de duración del proceso, muestra una correlación positiva con la duración mediana de la ITCC, que confirma que una mayor demora en la integración de las bajas en la mutua corresponde con una mayor DM.

El cambio de ciclo económico, observado en España a partir de finales de 2008, produce un efecto considerable sobre el *motivo de alta* de los procesos de ITCC, que refleja la reducción de las altas por *Incomparecencia* en el periodo de declive.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Villaplana, M. (2014). Análisis de la influencia de los factores relacionados con los indicadores de la Incapacidad Temporal y la Reincorporación al Trabajo. *Med. segur. trab.* [online]. vol.60, suppl.1 [citado 2014-10-21], pp. 65-73. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2014000500012&lng=es&nrm=iso. ISSN 0465-546X.
2. Nicholson, N. (1977). *Absence Behavior and Attendance Motivation: A Conceptual Synthesis*. *The Journal of Management Studies*, 14(3), 231.
3. Rhodes, S. R. y Steers, R. M. (1990). *Managing employee absenteeism*. USA: Addison-Wesley.
4. Evans A. y Walters M. (2002). *From Absence to Attendance*, 2nd edn. Chartered Institute of Personnel and Development, London.
5. Rael, E. G. S., Stansfeld, S. A., Shipley, M., Head, J., Feeney, A., y Marmot, M. (1995). Sick absence in the Whitehall II Study, London: The Role of Social Support and Material Problems. *Journal of Epidemiology and Community Health* (1979-), 49(5), 474-481.
6. Kristensen, T. S. (1991). Sick absence and work strain among Danish slaughterhouse workers: An analysis of absence from work regarded as coping behaviour. *Social Science y Medicine*, 32(1), 15.
7. Kaiser, C. P. (1998). What do we know about employee absence behavior? An interdisciplinary interpretation. *Journal of Socio-Economics*, 27(1), 79-96. doi: 10.1016/S1053-5357(99)80078-x
8. Goldberg, C. B., y Waldman, D. A. (2000). Modeling employee absenteeism: Testing alternative measures and mediated effects based on job satisfaction. *Journal of Organizational Behavior*, 21(6), 665.
9. Rosenblatt, Z., y Shirom, A. (2005). Predicting teacher absenteeism by personal background factors. *Journal of Educational Administration*, 43(2/3), 209.
10. Nielsen, A. K. (2008). Determinants of absenteeism in public organizations: a unit-level analysis of work absence in a large Danish municipality. *The International Journal of Human Resource Management*, 19(7), 1330.
11. Davey, M. M., Cummings, G., Newburn-Cook, C. V., y Lo, E. A. (2009). Predictors of nurse absenteeism in hospitals: a systematic review. *Journal of Nursing Management*, 17(3), 312-330. doi: 10.1111/j.1365-2834.2008.00958.x
12. Norrmén, G. (2010). To be or not to be Sick Certified with Special Reference to Physician and Patient Related Factors. *Acta Universitatis Upsaliensis*, Uppsala. Recuperado de <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:uu:diva-120559>
13. Virtanen, P., Vahtera, J., y Nygaard, C. (2010). Locality differences of sickness absence in the context of health and social conditions of the inhabitants. *Sage Publications, Inc.* 38, pp. 309-309-316.
14. Markussen, S., Røed, K., Røgeberg, O. J., y Gaure, S. (2011). The anatomy of absenteeism. *Journal of Health Economics*, 30(2), 277-292. doi: 10.1016/j.jhealeco.2010.12.003
15. OMS, Organización Mundial de la Salud (2010). *Entornos Laborales Saludables: Fundamentos y Modelo de la OMS Contextualización, Prácticas y Literatura de Apoyo*.
16. Christensen, K. B., Nielsen, M. L., Rugulies, R., Hansen, L. S., y Kristensen, T. S. (2005). Workplace Levels of Psychosocial Factors as Prospective Predictors of Registered Sickness Absence. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 47(9), 933.
17. Calvo, E. (2009). Duración de la Incapacidad Temporal asociada a diferentes patologías en trabajadores españoles. MTIN. Ministerio de Trabajo e Inmigración. Secretaría de Estado de la Seguridad Social.
18. Benavides, F., Plana, M., Serra, C., Domínguez, R., Despuig, M., Aguirre, S., . . . Gimeno, D. (2007). Incapacidad temporal por contingencia común: papel de la edad, el sexo, la actividad económica y la Comunidad Autónoma. *Revista Española de Salud Pública*, 81, 183-190.
19. Benavides, F., Castejón, E., y Murillo, C. (2003). *La Incapacidad Temporal por Contingencias Comunes en Cataluña*. Consejo Económico y Social de Cataluña. Recuperado de http://www.fraternidad.com/descargas/FM-REVLM-10-7_111_La_incapacidad_temporal_por_contingencias_comunes_en_Cataluna.pdf
20. Gründemann R.W.M. y Vuuren C.V. van (1997). *Prevention of absenteeism at the workplace: European Research report*, Luxembourg: Office for official publications of the European communities. 1997. ISBN 92-828-0418-6.
21. COM, Comisión de las Comunidades Europeas (2002). *Como adaptarse a los cambios en la sociedad y en el mundo del trabajo: una nueva estrategia comunitaria de salud y seguridad (2002-2006)*. Comisión de las Comunidades Europeas. Bruselas, 11.03.2002.
22. Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*: L. Erlbaum Associates.

23. Villaplana, M., Sáez, C., Meseguer, M. y García-Izquierdo, M. (2014). Grado de efecto de las variables sociodemográficas, laborales, organizativas y del entorno en la Duración de la Incapacidad Temporal por Contingencias Comunes en España. *Atención Primaria*, Available online 23 August 2014, ISSN 0212-6567, <http://dx.doi.org/10.1016/j.aprim.2014.03.010>. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0212656714001371>)
24. INSS, Instituto Nacional de la Seguridad Social (2001). Absentismo laboral. Control de subsidio de incapacidad temporal derivada de enfermedad común efectuado por la inspección médica del INSS. Departamento Relaciones Laborales. Dirección Provincial del INSS y Tesorería General de la Seguridad Social. Recuperado de <http://www.ceocant.es/documentos2001/boletinsociolaboral2001/absentismo%20it.%20inss%202000.htm>
25. Jiménez, J. F. y Romay, R. (2005). *Gestión del absentismo por incapacidad laboral*. Ed. Dykinson.
26. Pérez-Durantéz, I. (2009). *Evaluación de las Medidas de Racionalización y Mejora de la Gestión de la Incapacidad Temporal*. Agencia Estatal de Evaluación de las Políticas Públicas y la Calidad de los Servicios. Recuperado de <http://www.aeval.es/comun/pdf/evaluaciones/E22-2009.pdf>.

Revisiones

Efectos biológicos derivados de la exposición a PBDEs en trabajadores del reciclaje de e-waste: revisión sistemática

PBDEs exposure and biological effects on e-waste recycling workers: a systematic review

Paula Lechuga Vázquez¹, M.ª Luisa Paredes Rizo²

1. Hospital Universitario Marqués de Valdecilla. Unidad Docente de Medicina del Trabajo de Cantabria. España.

2. Hospital Clínico Universitario. Unidad Docente Multiprofesional de Castilla y León. Valladolid. España.

Recibido: 23-01-14

Aceptado: 17-07-14

Correspondencia

Paula Lechuga Vázquez

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales.

Hospital Universitario Marqués de Valdecilla.

Avda. Marqués de Valdecilla s/n

39008, Santander. Cantabria. España.

Correo electrónico: paulalechuga@hotmail.com

Este trabajo se ha desarrollado dentro del Programa Científico de la Escuela Nacional de Medicina del Trabajo del Instituto de Salud Carlos III en Convenio con la Unidad Docente de Medicina del Trabajo de Cantabria y la Unidad Docente Multiprofesional de Castilla-León.

Resumen

Introducción: Los PBDEs son sustancias potencialmente peligrosas liberadas del reciclaje de e-waste. La evidencia científica implica a los PBDEs en alteraciones en la salud como cáncer, alteraciones endocrinas y problemas en la descendencia. Se han encontrado elevadas concentraciones en muestras biológicas (suero, pelo, leche materna y cordón umbilical) de los trabajadores expuestos, por lo que su exposición implicaría un potencial riesgo para la salud para los trabajadores y su descendencia.

Objetivo: Identificar la evidencia existente entre exposición a PBDEs contenidos en e-waste y los daños sobre la salud en trabajadores de la industria del reciclaje.

Material y métodos: Se realizó una revisión sistemática de la literatura científica publicada entre 2003 y 2013, en siete bases de datos mediante términos MeSH. Las referencias se cribaron en función de los objetivos.

Resultados: Se recuperaron 301 artículos y se incluyeron en la revisión 20. El 65% fueron realizados en China, el 80% respondían a un diseño transversal. Los estudios evidencian una asociación entre exposición a PBDEs y los niveles de PBDEs en distintas muestras biológicas. Los trabajadores presentaron mayores niveles de marcadores de daño al DNA. Los efectos de la exposición a PBDEs sobre la función tiroidea no fueron consistentes.

Conclusiones: La literatura revisada evidencia una asociación entre exposición a PBDEs y alteración de parámetros biológicos en trabajadores de la industria del reciclaje. No puede establecerse una relación de causalidad por el tipo de diseño empleado. Los estudios de intervención evidencian la eficacia de las medidas de mejora para disminuir la exposición a PBDEs.

Med Segur Trab (Internet) 2014; 60 (237) 685-713

Palabras clave: PBDEs, basura electrónica, exposición ocupacional.

This work has been developed under the Scientific Program from the National School of Occupational Medicine from the Institute of Health Carlos III, under an agreement with the Occupational Medicine Teaching Unit from Cantabria and the Multiprofessional Teaching Unit from Castilla-León.

Abstract

Introduction: PBDEs are potentially dangerous substances released during the e-waste recycling processes. Scientific evidence relates PBDEs with adverse health outcomes like cancer, endocrine disruptions and problems in the offspring. A high concentration of PBDEs has been found on biological samples (serum, hair, breast milk and umbilical cord) from exposed workers, so their exposure could imply a potential risk on workers' health.

Aim: To summarize the evidence between exposure to PBDEs contained in e-waste and adverse health outcomes on recycling industry workers.

Materials and methods: A systematic review was done among the scientific literature published between 2003 and 2013 in seven data bases using Medical Subject Headings (MeSH) terms.

Results: 301 articles were evaluated and 20 were included in the review. 65% were from China, 80% had a cross-sectional design. We assessed evidence of association between exposure to e-waste and levels of PBDEs in several biological samples. Workers showed high levels in the DNA damage markers. The effects from the exposure to PBDEs on the thyroid function were not consistent.

Conclusions: Findings from most studies shows a correlation between the exposure to PBDEs and the alteration of the biological parameters on the recycling industry workers, but our ability to assess temporality associations was limited by the small number of prospective and longitudinal studies. Conventional industrial hygiene improvements in e-waste recycling facilities may reduce the exposure on workers to PBDEs.

Med Segur Trab (Internet) 2014; 60 (237) 685-713

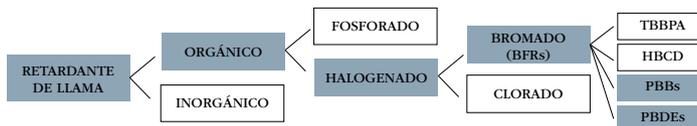
Key words: PBDEs, e-waste, occupational exposure.

INTRODUCCIÓN

El término e-waste (basura electrónica), WEEE (electrical o electronical waste), o en castellano RAEE (residuos de aparatos eléctricos o electrónicos) son distintos términos utilizados para referirse a los dispositivos electrónicos que han llegado al final de su vida útil y son desechados, tales como ordenadores, televisiones, teléfonos móviles e impresoras, hechos de mezclas de plásticos y metales. El «boom» de la tecnología hace que cada vez se demanden aparatos electrónicos más nuevos y eficientes, por lo que la vida de estos productos es cada vez más corta. Se estima que se generan entre 20-50 millones de toneladas de E-Waste¹ las cuales contienen 182.000 Kg de PBDEs².

Los PBDEs (difeníléteres polibromados) son compuestos ampliamente utilizados desde el año 1970, tras la prohibición de los PCBs, como retardantes de llama (figura 1). Se adicionan a los polímeros para lograr materiales resistentes al fuego. Su principal aplicación es en termoplásticos, empleados para la fabricación de productos electrónicos como las carcasas de ordenadores y televisores, en los componentes eléctricos y en los cables. Son compuestos muy estables y altamente lipofílicos, por lo que pueden permanecer largo tiempo en el ambiente, con un alto potencial de transporte a larga distancia y bioacumularse en humanos y otras especies.

Figura 1. Clasificación de los PBDEs dentro de los retardantes de llama



La estructura de los PBDEs consiste en 2 anillos fenilo unidos mediante un puente de éter. Cada anillo puede contener hasta 5 sustituyentes bromados. De este modo, se obtiene desde el derivado monobromado hasta el decabromado, llegando a un total de 209 congéneres.

Las mezclas comerciales de PBDEs, se obtienen mezclando varios congéneres principalmente de 3 tipos: Penta-, Octa- y Deca-.

Debido a su persistencia, potencial bioacumulación y toxicidad para la fauna y los seres humanos, la Convención de Estocolmo ha incluido como COPs (Contaminantes orgánicos persistentes) a las mezclas comerciales Penta- y Octa- BDE.

El DecaBDE no es un COP y, por tanto, se puede estar utilizando como retardante de llama. Se ha probado que este compuesto se degrada en otros congéneres menos bromados (Penta y OctaBDE) que tienen una mayor biodisponibilidad, toxicidad y persistencia³.

En la normativa Europea, los Penta-BDE y Octa-BDE fueron prohibidos en agosto 2004⁴ y catalogados como COPs en la Convención de Estocolmo en mayo 2009⁵.

El Deca-BDE fue registrado en el REACH a finales de agosto 2010. Su uso ha sido restringido en Europa para uso en aparatos eléctricos y electrónicos⁶, aunque se continúa permitiendo en textiles, automóviles y construcción (Exenciones especificadas en el Reglamento (UE) N.º 757/2010). En mayo 2013, el Deca -BDE fue propuesto por Noruega como sustancia a incluir en la lista de COPs del Convenio de Estocolmo. Así mismo, la ECHA (European Chemical Agency) preparó en agosto de ese mismo año una «Propuesta de restricción de Deca-BDE» cuya fecha prevista de presentación es el 1 agosto 2014, aunque este sería el primer paso para un proceso que podría durar varios años.

En EEUU, la producción de Penta y Octa-BDE cesó voluntariamente en 2004. Los principales fabricantes de Deca-BDE anunciaron el fin de su producción, importación y venta para el 31 diciembre 2012⁷.

Pero como consecuencia del amplio uso anterior en la fabricación de artículos eléctricos y electrónicos, y dado su ciclo de vida (con una vida media de 10 años, en algunos casos), continuarán entrando en el flujo de residuos, productos fuera de uso que contengan estas sustancias. Regionalmente entre el 50-80% de la basura electrónica es trasladada a centros de reciclaje ubicados en China, India, Pakistan, Vietnam o Filipinas, debido a la mano de obra más barata y a la falta de regulación específica en estos países.

Constituye una amenaza importante para la salud ocupacional y medioambiental, que se ve incrementada por las rudimentarias técnicas de reciclado muchas veces empleadas como; extracción de metales con baños de ácido a cielo abierto, eliminación de los componentes electrónicos de las tarjetas de los circuitos calentando sobre parrillas y recuperación de metales de los cables de plásticos con quemas a cielo abierto^{8,9} que suelen desempeñarse en lugares no acondicionados (a cielo abierto o en lugares sin ventilación adecuada como pequeños talleres familiares) con insuficientes e inadecuadas medidas de protección medioambiental y para el trabajador. Los trabajadores implicados en técnicas rudimentarias de reciclaje de e-waste están expuestos, de forma directa, a niveles elevados de PBDEs.

La absorción puede ser por inhalación, absorción dérmica o vía digestiva (a través de la ingesta)¹⁰. Muchos estudios han encontrado niveles de PBDEs elevados en aire, suelo, sedimento, vegetación, polvo y comida, indicando que los trabajadores de e-waste están altamente expuestos a tóxicos. Sin embargo, la demostración de la presencia de éstos en el medioambiente no puede ser directamente asociado con efectos adversos para la salud humana.

Estudios realizados hasta el momento revelan que el trabajo relacionado con el reciclaje de e-waste, puede producir un impacto significativo en la salud. Estudios en animales sugieren que los PBDEs a concentraciones elevadas pueden causar alteraciones en la salud como; cáncer¹¹, retraso en la aparición de la pubertad¹², disminución en el número de espermatozoides¹³, malformaciones fetales¹⁴, disrupción endocrina¹⁵, defectos permanentes en el aprendizaje, la memoria y cambios en el comportamiento^{16,17}.

Los PBDEs han sido detectados en la carga corporal de trabajadores de E-waste¹⁸ y en residentes de localidades próximas. De especial preocupación son los cientos de miles de niños que trabajan y viven en los vertederos de basura electrónica. También se han encontrado PBDEs en leche, placenta y pelo de mujeres en edad fértil en Taizhou, Zhejiang, China (importante centro de reciclaje)¹⁹ y en muestras de sangre del cordón umbilical en madres de Guiyu, indicando que la exposición prenatal a PBDEs puede afectar, potencialmente, la salud de los neonatos²⁰.

Del análisis de estado actual del conocimiento sobre PBDEs, se desprende que la exposición profesional a estos compuestos muestra una tendencia creciente, como consecuencia de la evolución del mercado electrónico, de los procesos de recuperación y reciclaje de e-waste, procesos que se desarrollan en entornos con bajo control ambiental y bajo nivel de protección de los trabajadores. Este hecho marca la necesidad de disponer de un conocimiento, con el fin de contribuir a entornos de trabajo saludables y mejorar la vigilancia de la salud de trabajadores expuestos sobre la evidencia existente entre la exposición a PBDEs contenidos en e-waste o basura electrónica y los distintos daños o efectos sobre la salud en los trabajadores de la industria del reciclaje, objetivo de esta revisión.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una búsqueda en las principales bases de datos bibliográficas del ámbito de la biomedicina, entre las que se seleccionaron MedLine (a través de PubMed) LILACS, SciELO, SCOPUS, OSH Update, THE WEB OF KNOWLEDGE y Biblioteca Cochrane.

Para establecer la estrategia de búsqueda se utilizaron los términos MeSH que figuran en la [tabla I](#). En Google la búsqueda se realizó en lenguaje natural mediante las palabras e-waste, PBDEs, enfermedad profesional y exposición ocupacional con diferentes combinaciones de las mismas.

Tabla I. Listado de términos de búsqueda empleados en las diferentes bases de datos

DESCRIPTORES
E waste +occupational exposure + PBDES
(Electronic Waste) AND Occupational Exposure
Desechos electrónicos
Residuos electrónicos
PBDE
Polibromodifeniléteres
Retardantes de llama
Waste AND Occupational diseases
E Waste
Flame retardants
Electronic waste
Electric waste
E- Waste AND Workers
WEEE
WEEE AND Polybrominated diphenyl ethers
WEEE AND PBDE
WEEE AND Occupational exposure
WEEE AND Occupational health

La búsqueda se completó con documentos obtenidos en instituciones europeas y americanas dedicadas a la Salud y Seguridad en el Trabajo y medioambientales: Agencia Europea de Seguridad y Salud en el Trabajo (OSHA Europa), OSHA EEUU, Organización Internacional del Trabajo (OIT), Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo Estadounidense (NIOSH), Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo español (INSHT), en Agencias Internacionales (EPA, PNUMA, UNESCO), y otras entidades como CNRCOP (Centro Nacional de referencia sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes), BSEF (Bromine Science and Environmental Forum) y agentes sociales como ISTAS-CCOO.

Se incluyeron para su revisión a texto completo aquellos artículos obtenidos a partir de la estrategia de búsqueda, en base a la revisión de resúmenes de los mismos atendiendo al objetivo del estudio. A la colección resultante se le aplicaron los criterios de inclusión y exclusión que figuran en la **Tabla II**.

Tabla II. Criterios de selección de las referencias recuperadas: Inclusión y exclusión

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"> • Artículos originales y artículos que seguían una metodología de revisión sistemática o meta-análisis dirigidos al estudio de riesgos de la exposición a PBDEs en trabajadores de las industrias de reciclaje de «basura electrónica» (e-waste) y posibles alteraciones derivadas de esta exposición. • Artículos que estudiaban la exposición a PBDEs en poblaciones próximas a plantas de reciclaje de e-waste o vertederos de «basura electrónica». • Estudios publicados en español, inglés, francés y portugués 	<ul style="list-style-type: none"> • Artículos duplicados. • Estudios ambientales cuyo objeto de evaluación era exclusivamente la exposición ambiental. • Artículos cuyo objeto de estudio era otro residuo distinto de PBDEs. • Estudios de exposición a PBDEs dirigidos exclusivamente a población fuera del ámbito laboral. • Artículos que estudiaban la exposición a los PBDEs derivada de los procesos de fabricación. • Estudios de impacto medioambiental (plantas, animales o in-vivo o in-vitro). • Artículos cuyo objeto de estudio era la exposición no laboral a PBDEs en embarazadas y durante la lactancia. • Artículos que estudiaban la exposición laboral a PBDEs en vertederos de basura general.

El nivel de evidencia se estableció en base a los criterios del Scottish Intercollegiate Guidelines (SIGN)²¹.

El proceso de selección de los artículos a revisar incluyó una primera etapa en la que se desecharon los artículos duplicados. En una segunda etapa se realizó una primera selección de publicaciones de acuerdo al objetivo de la revisión. En una tercera etapa se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión. Finalmente los artículos seleccionados se revisaron a texto completo.

En cada artículo se extrajo la información, mediante una tabla de síntesis de la evidencia, sobre: Autor y año de publicación, referencia de la publicación, objetivo del estudio, tipo de diseño, población y tamaño muestral, variables factores y variables efecto, métodos de recogida de datos, control de sesgos, indicadores epidemiológicos, medidas de asociación, test estadísticos, resultados, conclusiones, limitaciones y avances en el conocimiento. Una vez finalizado el análisis del artículo se determinó el nivel de evidencia de sus conclusiones. Tras la lectura sistemática la información se resumió en una tabla de evidencia.

RESULTADOS

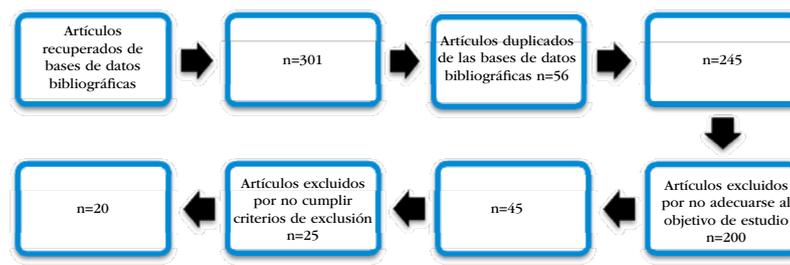
A partir de la estrategia de búsqueda establecida, en total se recuperaron un total de 301 referencias de artículos publicados (Tabla III).

Tabla III. Listado de términos de búsqueda empleados en las diferentes bases de datos y el número de artículos obtenidos

BASE DE DATOS	DESCRIPTORES	LÍMITES	N.º ARTÍCULOS
MEDLINE	E waste +occupational exposure + PBDES	10 años	3
	Electronic Waste) AND Occupational Exposure	10 años	33
LILACS	Residuos electrónicos	10 años	1
	PBDE	10 años	2
	(Residuos electrónicos) AND («Residuo Electrónico»	10 años	39
	OR «Reciclagem»OR «Éteres Difenil Halogenados» OR «Retardadores de Llama»		
WOK	e waste AND occupational AND pbdes Consulta:Topic=(Occupational Exposure) AND Topic=(Electronic Waste) AND Topic=(polybrominated diphenyl ethers)	10 años	23
SCOPUS	e waste AND occupational exposure AND PBDEs	10 años	154
IBECS	PBDE	10 años	1
SCIELO	Flame retardants	10 años	1
OSH UPDATE	PBDE	10 años	44
TOTAL ARTÍCULOS			301

Tras aplicar los filtros anteriormente descritos y los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron un total de 20 para revisión a texto completo (Figura 2).

Figura 2. Estrategia de selección de artículos



En lo que se refiere al perfil de la producción científica analizada, China es el país con mayor número de publicaciones en esta materia (n=13) y la mayoría de los estudios fueron realizados en centros de reciclaje informal.

Gráfico 1. Relación de países con publicaciones de PBDEs en la bibliografía revisada

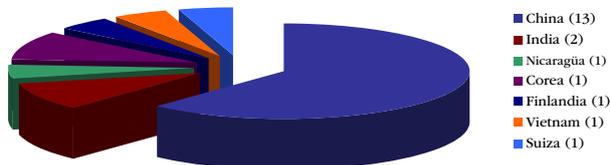
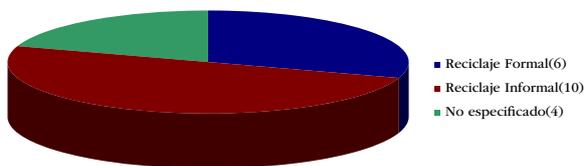


Gráfico 2. Tipo de reciclaje en la relación de artículos revisados



Por tipo de diseño predominaron los estudios transversales con grupo control (n=16). Además se revisaron dos artículos transversales (sin grupo control), dos ensayos de intervención, un estudio de validación de prueba y una revisión sistemática.

Por el tipo de efecto analizado, el mayor número de artículos analizaban el efecto de la exposición laboral a PBDEs en trabajadores de reciclaje de e-waste sobre los niveles de concentración y el patrón de congéneres de PBDEs medidos en suero²²⁻²⁹ y pelo³⁰⁻³³.

Cuatro estudios analizaron la asociación entre la exposición a PBDEs en trabajadores de e-waste y efectos en la salud, tales como; función tiroidea³⁴⁻³⁶ o marcadores de daño oxidativo del DNA (células micronucleadas en sangre periférica ó 8-OHdG)^{31,36}.

Encontramos 4 estudios que investigaron la presencia de metabolitos de PBDEs en sangre^{22,24,25,37}

Se revisaron 2 artículos que investigan la presencia de PBDEs en leche materna^{19,38} y en placenta¹⁹. Dos publicaciones^{39,28} evaluaron el impacto de las medidas de mejora de higiene industrial realizadas en una empresa de e-waste, midiendo los cambios en los niveles de exposición y en el patrón de congéneres de PBDEs.

La revisión sistemática realizada por Grant K., & col (2013)⁴⁰ analiza 23 estudios epidemiológicos de diseño transversal, realizados en el sureste de China, siguiendo la guía PRISMA, en ella resume la evidencia sobre la asociación entre la exposición a los PBDES en el tratamiento de los residuos electrónicos y los efectos adversos para la salud analizados en 4 estudios.

Sus resultados revelan la existencia de una exposición a sustancias potencialmente peligrosas como consecuencia de la eliminación y reciclaje informal de e-waste mediante procedimientos de trabajo inapropiados y peligrosos.

Describen efectos adversos sobre la salud asociados con la exposición a e-waste como cambios en la función tiroidea, cambios en la expresión y función celular, abortos, bajo peso al nacer, cambios en el temperamento y el comportamiento y disminución de la función pulmonar (Tabla IV).

En dos diferentes ensayos de intervención (Rosenberg C. de 2011 y Thuresson K. de 2006) se analiza la eficacia de medidas de higiene industrial en la reducción de los niveles de concentración ambiental de PBDEs (Tabla IV).

Tabla IV. Principales características de revisión sistemática, ensayos de intervención y estudio de validación de prueba

Autor/año	Título	Tipo de estudio	Tamaño muestral	Control de factores de confusión	Resultados	Nivel de evidencia SIGN
Grant K, ⁽⁴⁰⁾ 2013	Health consequences of exposure to e-waste: a systematic review	Revisión sistemática siguiendo la guía PRISMA	n=23	(+)	Exposición a PBDEs 1-Niveles registrados en la población en zonas E-waste: En China; Guiyu – Sangre: Rango 77-8452 ng/g p.l.(peso lipídico), sangre cordón umbilical : Rango 1.14-504.97 ng/g pl, BDE 209 en sangre : máx 3100 ng/g p.l.Taizhou – Leche materna : rango 8.89-457 ng/g p.l., Placenta : Rango 1.28-72.1 ng/g p.l., Pelo : Rango 8.47-486 ng/g peso seco Guangdong – BDE 209 sangre : máx 3436 ng/g p.l. En Corea: Seoul – Sangre : Rango 8.61-46.05 ng/g p.l. 2-Efectos sobre la salud y alteración de mecanismos de acción : Posible carcinogénico, genotóxico, disruptor endocrino, DM tipo 2, Sd metabólico, bajo peso al nacer, alteraciones psicomotoras y mentales, alteración neuroconductual, infertilidad	2++
Thuresson, K. ²⁸ 2006	Polybrominated diphenil ether exposure to electronics recycling workers- a follow up study	Ensayo de intervención	Estudio transversal: n=19 (antes de la medidas de mejora) y n=27 (después de las medidas de mejora). Estudio longitudinal: n=12	(-)	Disminución significativa de los PBDEs más abundantes tras las medidas de mejor: BDE 183 (p 0,05) y BDE 209(p'0,001) . Las concentraciones de BDE47 (p'0,25) y BDE153 (p'0,25) no variaron significativamente. Octa y Nona BDE (determinados en 2000) presentaban concentraciones mayores que el grupo de referencia	1-
Rosenberg, C. ³⁹ 2011	Exposure to flame retardants in electronics recycling sites	Ensayo de intervención	n=34	(-)	1-Concentraciones PBDES en el aire(ng/m3) Σ PBDES 2008 A: mediana=295 Rango (17-500) vs B: 2000 rango (450-5200) vs C: 42 Rango(4,6-58) vs D: 31 rango (26-62) Σ PBDES 2009 A: mediana=65 Rango (42-360) vs B: 630 rango (240-3200) vs C: 28 Rango(18-66) vs D: 10 rango (6,8-51) 2-Concentraciones de congéneres de PBDES El patrón fue similar en A, B y D, con BDE 209 promedio del 81% en 2008 y 91 % en el año 2009 del total de PBDES . El patrón difirió en el sitio C, BDE 209 constituyó el 66% (2008) y el 62 % (2009)	1-

Autor/año	Título	Tipo de estudio	Tamaño muestral	Control de factores de confusión	Resultados	Nivel de evidencia SIGN
Zheng, J. 33. 2011	Levels and sources of brominated flame retardants in human hair from urban, e-waste, and rural areas in South China	Estudio de validación de prueba	n=173	(-)	<p>Mediana PBDE (en polvo): Trabajadores de E-Waste 11500 ng/g (2700-28000) vs Exposición no ocupacional 1900 ng/g (825-5890) vs Población urbana 5210 (540-41400) vs población rural 836 (251-1890) Mediana PBDE (en pelo): Trabajadores de e-waste 126 ng/g (12,4-845) vs Exposición no ocupacional 43,2 ng/g (7,40-219) vs residentes en áreas urbanas 16,55 ng/g (4,17-69,5) vs residentes en áreas rurales 9,95 ng/g(2,55-75,2)</p> <p>Correlación entre pelo humano y polvo para PBDEs: r 0,23 (p 0,77). Mediana BDE209 en pelo (trabajadores E-waste vs población urbana: 41,6 vs 9,42.</p>	3

El ensayo de Rosenberg C. & col (2011)³⁹ evalúa en 2008 y tras intervención en 2009 las concentraciones de PBDEs en aire mediante muestreadores personales en trabajadores de distintas zonas de una planta de reciclaje en Finlandia: Zona A: triturado de fracciones de plástico n=6 en el año 2008 y n=6 en el año 2009, Zona B: separación de materiales mediante técnicas laser y separación mecánica de metales n=7 en el año 2008 n=5 en el año 2009, Zona C: desmontaje manual y clasificación de los residuos y eliminación selectiva de componentes peligrosos y valiosos n=5 en al año 2008 y n=4 en el año 2009) y Zona D: procesamiento de pilas y acumuladores secos mediante un proceso seco y cerrado de trituración y molienda de productos n=6 en el año 2008 y n=6 en el año 2009.

Se recogieron muestras de polvo en las 4 zonas y se tomaron 46 muestras de aire mediante muestreadores personales durante toda la jornada laboral en el segundo día de trabajo tras el fin de semana y durante un periodo entre 191 a 408 minutos, para analizar la presencia de PBDEs.

Las medidas de intervención fueron: mejoras en los sistemas de ventilación instalando filtros en los conductos de aire para evitar que el aire contaminado recircule en los lugares de trabajo, en una de las zonas se colocó un revestimiento nuevo en el suelo que facilitaba su limpieza y se intensificó el servicio de limpieza, se instaló una nueva máquina en la línea de trituración y molienda disminuyendo la formación del polvo producido en este proceso y 4 de los trabajadores utilizaron equipos de protección respiratoria *purificadores de aire*.

Tras las mejoras realizadas se observó una disminución de los niveles de PBDEs y deca BDE 209 en aire en todas las zonas de reciclaje. El patrón de congéneres fue similar en los sitios A, B, y D, donde BDE 209 representa un promedio del 81% en 2008 y 91 % en el año 2009 del total de PBDEs. En el sitio C, BDE 209 constituyó el 66% (2008) y el 62 % (2.009) del total de la concentración de PBDEs.

Thuresson K. & col (2006)²⁸ realizan un ensayo en el que evalúan el impacto de las mejoras de higiene industrial en una empresa de reciclaje de e-waste en Suiza sobre el nivel y el patrón de congéneres de PBDEs en suero. La máquina desfibradora, situada en la sala de desmantelamiento y considerada el principal foco de contaminación de PBDEs fue colocada fuera del edificio. También se realizaron mejoras en la ventilación; se instaló un sistema de ventilación específico, que generaba una corriente de aire del techo al suelo para quitar las partículas y el polvo del aire. Las escobas convencionales fueron sustituidas por aspiradoras y la superficie de bancos de trabajo se comenzó a limpiar con paños mojados. Los cambios se terminaron de implantar en Noviembre 1999.

En el año 1997 se estudió una muestra de 19 trabajadores y en el año 2000, una vez realizadas las medidas de mejora, se estudiaron a 27 trabajadores. Los trabajadores estudiados se estratificaron en 2 grupos: «Trabajadores de cuello azul» (trabajadores de desmantelamiento de residuos) y «Trabajadores de cuello blanco» (trabajadores de oficina que trabajan alejados de la zona de desmantelamiento de residuos). Se estableció un grupo control formado por 17 trabajadores de un matadero del Sur de Suecia, sin o con poco contacto con ordenadores.

Se realizó un análisis no paramétrico (Wilcoxon, U- Mann Whitney, Spearman). No se detallan las medidas de control de sesgos y de variables de confusión. Las muestras se analizaron en 2 laboratorios distintos.

Los resultados muestran que tras la adopción de las mejoras de higiene industrial, se observó una disminución significativa de los niveles de PBDEs más abundantes: BDE 183 (p<0,05) y BDE 209 (p<0,001) en los trabajadores del desmantelamiento de residuos.

Sin embargo, las concentraciones de BDE 47 (p>0,25) y BDE153 (p>0,25) no variaron significativamente, antes y después de la intervención, advirtiéndose un leve aumento de BDE 153.

Los niveles de Octa y Nona BDE en suero medidos tras los cambios introducidos en la empresa, fueron significativamente mayores (p<0,01) que los hallados en el grupo control.

Desde el punto de vista de la vigilancia de dosis recibida por exposición a PBDEs Zheng J & col (2011)³³ estudiaron los niveles y el patrón de congéneres de PBDEs en pelo y en polvo con el fin de averiguar, si el polvo era la principal ruta de exposición y validar el pelo como espécimen para evaluar la exposición a PBDEs (Tabla IV).

Se estudiaron 2 grupos de exposición: El primer grupo formado por 30 trabajadores expuestos y el segundo grupo por 82 residentes cuya exposición no era de origen ocupacional. Como grupo control se estudió a 29 residentes en medio urbano y a 32 residentes de área rural. La elección de la muestra se realizó de forma randomizada, las características socio- demográficas se recogieron mediante un cuestionario. No quedan suficientemente descritos los criterios de inclusión y exclusión.

Emplearon test de ANOVA y el test de correlación de Pearson como pruebas de asociación estadística.

Los niveles de PBDEs en pelo así como la concentración de PBDEs en las muestras de polvo recogido en los talleres, fueron mayores en los trabajadores de e-waste que en el resto de los grupos. En todas las muestras de pelo el congénere más abundante fue el BDE209, si bien, los niveles más elevados se encontraron en trabajadores de reciclaje de e-waste.

Los resultados no demostraron una correlación entre los niveles de PBDEs en polvo y en pelo ($r=0,23$; $p=0,77$). Si se encuentra una asociación entre exposición laboral a PBDEs y niveles de PBDEs en pelo. El patrón de congéneres de PBDEs en pelo es distinto al patrón de congéneres en polvo.

La Tabla V sintetiza los resultados de los estudios analizados que siguen un diseño transversal.

Kim B-H & Col (2005)²⁶ mediante un estudio transversal con grupo control estudiaron los niveles de PBDEs y congéneres en muestras de suero en un grupo de 13 trabajadores de una planta de incineración de basura electrónica en Seul, Corea tomando un grupo control formado por 22 personas.

Las concentraciones de PBDEs en la población expuesta fueron significativamente mayores que en el grupo control ($p<0,05$). La concentración del congénere BDE 183 en los trabajadores fue significativamente mayor que en la población general ($p=0,01$). No se encontró correlación significativa entre la concentración de PBDEs y la edad; y el IMC. Emplea el Análisis de Componentes Principales (ACP) y la prueba t-Student.

El control de variables de confusión y control de sesgos no queda bien descrito en el artículo.

Con un diseño similar, estudio transversal con grupo de control, Bi X & col (2007)²³ realizan un estudio en China, evaluando la exposición a PBDEs y los efectos sobre la salud; midiendo sus concentraciones y los perfiles de congéneres en muestras de suero en 26 trabajadores de e-waste (Guiyu), y un grupo control formado por 21 personas (Haojiang). Los integrantes de ambas muestras eran voluntarios con edades entre 18 y 81 años de los cuales el 64% eran mujeres y el 36% eran hombres.

El control de variables de confusión y control de sesgos no queda bien descrito. Para el análisis estadístico se utilizaron el Coeficiente de Correlación de Pearson y U-Mann-Whitney.

Los resultados pusieron de manifiesto que la concentración de PBDEs fue tres veces mayor en expuestos que en el grupo control, diferencia que fue estadísticamente significativa ($p<0,00$). Las concentraciones de octa BDE-197, nona BDE 207 y deca BDE-209 fueron significativamente mayores en los trabajadores del reciclaje de residuos electrónicos. Las concentraciones de PBDE en suero no se correlacionaron con la edad en expuestos. En el grupo control no se encontró correlación entre los congéneres de PBDE altamente bromados (BDE -197, -207, -209) y la edad.

Tabla V. Principales características de los estudios transversales analizados en nuestra revisión

Autor/año	Título	Tipo de estudio	Tamaño muestral	Control de factores de confusión	Resultados	Nivel de evidencia SIGN
Kim B.H. ²⁶ 2005	Concentrations of polybrominated diphenyl ethers, polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans, and polychlorinated biphenyls in human blood samples from Korea	Transversal con grupo control	n=35	(-)	1-La concentración de PBDEs (Mediana): Expuestos 19,33 (8,61-46,05 ng/g l.w.) vs no expuestos 17,16 (8,53-28,9 ng/g l.w.) . para hombres y 13,32 (7,24-20,00 ng/g l.w.) para mujeres, p<0,05 e IC 95% 2- BDE 47 es el congéner más frecuente: 33% de la concentración total de PBDES. Correlación (r= 0,912, p<0,05) 3- BDE -183 (Mediana): Trabajadores expuestos 4,12 (0,13-0,59 ng/g l.w.) vs hombres no expuestos 2,04 (0,51-4,86 ng/g l.w.) y mujeres no expuestas 2,10 (0,59-5,85 ng/g l.w.) (p = 0,01). 4-No correlación concentración PBDEs y edad (r = 0,002, p ≤ 0,05) ni con IMC (r = 0,086, p ≤ 0,05)	3
Bi, X. ²³ 2007	Exposure of electronics dismantling workers to polybrominated diphenyl ethers, polychlorinated biphenyls, and organochlorine pesticides in South China	Transversal con grupo control	n=47	(-)	Σ PBDES expuestos: Mediana 600 ng/g peso lípido (140-8500) vs no expuestos 170 ng/g (16-490) Concentración BDE-209: Mediana expuestos 600 ng/g l.w.(rango 340-3100) vs no expuestos 86 ng/g l.w. (rango 170-490) . Concentración BDE 197 (octa): Mediana 27 vs 8,3 ng/g.l.w BDE-207 (nona): Mediana 73 vs 43 ng/g.l.w	3
Qu W 2007 ²⁷	Exposure to polybrominated diphenyl ethers among workers at an electronic waste dismantling region in Guangdong, China	Transversal con grupo control	n=55	(-)	Media BDE-209: Trabajadores 83,5 ng g¹ lw (No detectado-3436) vs residentes 18,5 (No detectado-377) vs control 5,7 (No detectado-63,2). Porcentaje de BDE209 en cada grupo: 75, 75,6 y 55,5% , respectivamente.	3

Autor/año	Título	Tipo de estudio	Tamaño muestral	Control de factores de confusión	Resultados	Nivel de evidencia SIGN
Athanasidou, M. ²² 2008	Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and bioaccumulative hydroxylated PBDE metabolites in young humans from Managua, Nicaragua	Transversal con grupo control	n=162 niños n=32 mujeres	(+) (+)	<p>Concentraciones de PBDES (pmol/g p.l.): (Mediana; muestra 1 y muestra2) Grupo 1 ΣPBDE 1250/1160 y Grupo 2 ΣPBDE 144/145 vs Grupo 3 ΣPBDE 72/60 y Grupo 4 ΣPBDE 30/42 vs grupo 5 ΣPBDE 40/40</p> <p>Concentraciones de OH-PBDES (pmol/g l.w.): Grupo 1 ΣOH-PBDE 120/100 y Grupo 2 ΣOH-PBDE 11 vs Grupo 3 ΣOH-PBDE 5,6 y Grupo 4 ΣOH-PBDE 1 vs Grupo 5 ΣOH-PBDE 3,4</p> <p>En mujeres: Grupo C ΣPBDE 142 vs grupo D ΣPBDE 114/135 vs Grupo A ΣPBDE 47 y Grupo B ΣPBDE 31 (pmol/g l.w.)</p>	3
Wen S. ³¹ 2008	Elevated levels of urinary 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine in male electrical and electronic equipment dismantling workers exposed to high concentrations of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans, polybrominated diphenyl ethers, and polychlorinated biphenyls.	Transversal	n=64	(-)	<p>Niveles de 8-OH dG en orina: Pre y post exposición laboral (6,40±1,64 vs 24,55 ±5,96 micromol/mol creatina), p<0,05/</p> <p>Concentración de PBDES en polvo: (27,5±5,8) x 10⁶</p> <p>Concentración de PBDES en pelo: (870.8±205,4)x 10⁶ pg/g dw</p>	3
Yuan J. ³⁶ 2008	Elevated serum polybrominated diphenyl ethers and thyroid-stimulating hormone associated with lymphocytic micronuclei in Chinese workers from an e-waste dismantling site	Transversal con grupo control	n=49	(-)	<p>PBDE (en suero): Mediana; 382 vs 158 ng/g l.w. (p 0,045).</p> <p>TSH (Suero): 1,7 microIU/mL vs 1.1 mIU/L (p<0,01).</p> <p>Células binucleadas: 5%₀₀ (rango 0-96%) vs 0,00%₀ (rango 0-5%₀₀) con p<0,01.</p> <p>8-OHdG urinario: 156,3 mmol/ mol de creatinina (13,52-733,70) vs 82,06 (6,54-1057,03) con p>0,05</p>	3

Autor/año	Título	Tipo de estudio	Tamaño muestral	Control de factores de confusión	Resultados	Nivel de evidencia SIGN
Zhao G. ³² 2008	PBBS, PBDEs, and PCBs levels in hair of residents around e-waste disassembly sites in Zhejiang Province, China, and their potential sources	Transversal con grupo control	total n=58	(-)	<p>1-Muestras electrónicas (polvo de relleno) ΣPBDES 29,71 ng g⁻¹ dw y PBDE 209: 4,19 x 10³ ng g⁻¹ dw (peso seco)</p> <p>2-Concentraciones de PBDES en muestras de suelo ΣPBDES (mediana): Zona expuesta 42,42 vs zona no expuesta 3.32 ng g⁻¹ dw.</p> <p>BDE 209 (media): 192,38 ng g⁻¹ dw vs (indetectable)</p> <p>3-Concentraciones de PBDES en muestras de cabello: ΣPBDES en expuestos(media) A: 29,64 ng g⁻¹, vs B:7,41 ng g⁻¹ vs C: 4,73 ng g⁻¹ dw vs D: 11,10 ng g⁻¹ dw vs E (zona control) 4,49 ng g⁻¹ dw</p> <p>Las concentraciones de PBDE209 en B,C y D con medias de 10,8; 5,42; 3,10; vs A y E indetectables</p>	2-
Eguchi, A. ²⁴ 2010	Organohalogen and metabolite contaminants in human serum samples from Indian E-waste recycling workers.	Transversal con grupo control	n=10	(-)	<p>1-Las concentraciones medias de PBDE totales fueron de 240 pg/g en los trabajadores vs 100 pg/g en grupo control p<0,05</p> <p>2-Las concentraciones medias de OH-PBDE totales fueron 1.5 pg/g en los trabajadores vs 25 pg/g en grupo control p<0,05</p> <p>3-MeO- PBDE (Mediana): Grupo control 8,4 pg/g vs grupo exposición (indetectable, excepto en una muestra 0,97 pg/g)</p>	3
Leung A. ¹⁹ 2010	Body burdens of polybrominated diphenyl ethers in childbearing-aged women at an intensive electronic-waste recycling site in China.	Serie de casos con grupo control	n=10	(-)	<p>Niveles de PBDES en mujeres residentes del área de E- waste vs grupo control (Media): Leche 117±191(8,89-457) vs 2,06±0,94 (1,00-3,56) ng/g grasa; placenta 19,5±29,9 (1,28-72,1) vs 1,02±0,36 (0,59-1,42) ng/g grasa, pelo 110±210 (8,47-486) vs 3,57±2,03 (1,56-5,61) ng/g grasa.</p> <p>Asociación positiva entre carga corporal de PBDES y consumo de pescado y marisco</p>	3

Autor/año	Título	Tipo de estudio	Tamaño muestral	Control de factores de confusión	Resultados	Nivel de evidencia SIGN
Tue, N.M. ³⁶ 2010	Accumulation of polychlorinated biphenyls and brominated flame retardants in breast milk from women living in Vietnamese e-waste recycling sites	Transversal con grupo control	n=33	(+)	<p>1-Σ PBDEs (ng g⁻¹ l.w) en leche materna (mediana): Zona 4: 0,73 (0,26-1,1) y zona 1: 0,57 (0,24-0,8) vs zona 2: 2,3 (0,55-13) vs zona 3: 84 (20-250) p<0,05 (Σ PBDEs(ng g⁻¹ l.w) zona 3 A: 84 (20-250) vs zona 3 B: 3,2 (2,0-4,0)</p> <p>2-BDE 47 (mediana): Zona 4: 0.13 (0.070-0.25) vs zona1: 0.097 (0.041-0.20) vs zona 2: 0.40 (0.11-1.8) vs zona 3B: 0.81 (0.63-1.0) vs zona 3A: 4.8 (3.5-32)</p> <p>BDE -153 Zona 4: 0.098 (0.062-0.14) vs zona 1: 0.10 (0.061-0.25) vs zona 2: 0.40 (0.021-1.5) vs zona 3 (exposición no ocupacional): 0.65 (0.27-1.0) vs zona 3 (exposición ocupacional) 4.4 (2.1-23)</p> <p>BDE-209 Zona 4: ND vs zona 1: 0.17 (0.069-0.50) vs zona 2: 0.42 (0.12-7.3) vs zona 3B: 0.11 (n.d.-0.16) vs zona 3 A: 4.1 (0.87-96)</p>	3
Wang H. ³⁵ 2010	Examining the relationship between Brominated flame retardants (BFR) exposure and changes of thyroid hormone levels around E-Waste dismantling sites.	Transversal con grupo control	n=442	(+)	<p>Grupo exposición ocupacional vs grupo control: TSH menor (1,26 vs 1,57 Micro IU/ml), T3 (1,06 ng/ml vs 1,18 ng/ml), y T3 libre (2,72 vs 2,86 pmol/L). Todas p<0,001. No diferencias en T4. Niveles de PBDEs en los grupos de exposición ocupacional vs grupo control: 189.79 vs 122,37 ng/g lipid weight.</p>	3
Yu Z. ³⁷ 2010	Identification of hydroxylated octa- and nona-bromodiphenyl ethers in human serum from electronic waste dismantling workers	Serie de casos	n=6	(-)	<p>Se aislaron en las muestras de suero: 6-OH-BDE199, 6-OH-BDE196 y 6-OH-BDE206.</p>	3

Autor/año	Título	Tipo de estudio	Tamaño muestral	Control de factores de confusión	Resultados	Nivel de evidencia SIGN
Han G. ³⁴ 2011	Correlations of PCBs, DIOXIN, and PBDE with TSH in Children's Blood in Areas of Computer E-waste Recycling*	Transversal con grupo control	n= 369	(+) (+)	<p>1-Concentración total de PBDE: Expuestos 664,28 ± 262,38 ng / g vs grupo control (375,81 ± 262,43 ng/g</p> <p>3-Niveles TSH: Expuestos 1,88 ± 0,42 UI/mL vs control 3,31 ± 1,04 UI/mL,</p> <p>2-PBDE y TSH: Correlación positiva (zona expuesta 0,39 vs zona control 0,783)</p> <p>Media PBDEs: 157 (21,5-1020) vs 40,3 (12,6- 127) ng/g dw.</p> <p>Media BDE 209: 132 (6,52-963) vs 19,3 (4,47-74,8).</p> <p>Media BDE 47: 11,4 (ND-29,7) vs 15,0 (2,70- 32,6)</p>	3
Ma J. ³⁰ 2011	Elevated concentrations of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and polychlorinated and polybrominated diphenyl ethers in hair from workers at an electronic waste recycling facility in Eastern China.	Transversal con grupo control.	n=38	(-)		3
Eguchi A. ²⁵ 2012	Different profiles of anthropogenic and naturally produced organohalogen compounds in serum from residents living near a coastal area and e-waste recycling workers in India	Transversal con grupo control.	n=45	(-)	<p>Media de PBDE (en suero): 340 vs 330 pg g⁻¹w.w., p<0,05.</p> <p>Octa a Nona-BDE(en sangre): Media 47 pg g vs 27 pg g⁻¹w.w., (p<0,05).</p> <p>OH-PBDEs (sangre): 16 vs 35 pg g⁻¹w.w. (p<0,05)</p> <p>MeO-PBDEs (en sangre): 0,92 vs 7,7 pg g⁻¹w.w.</p> <p>MeO- PBDEs (Pescado marino vs agua dulce): 8,7 vs 0,54 ng g⁻¹ lw (p<0,05)</p>	3
Yang Q. ²⁹ 2013	Exposure to typical persistent organic pollutants from an electronic waste recycling site in Northern China	Transversal con grupo control.	n=56	(+) (+)	<p>Los PBDEs en este estudio se agruparon en 3 categorías correspondientes a los congéneres principales de los compuestos comerciales Penta-, Octa- y Deca BDE, respectivamente. La mediana en el grupo de exposición fue de 5,73 (1.80-12.3), 2.67 (1.77-4.21) y 12.3 (7.49-17.2) ng/g peso lípido, respectivamente. Y en el grupo control: 5.87 (0.64-25.9), 0.97 (0.59-1.52) y 5.77 (4.10-8.18) ng/g peso lípido.</p>	3

Finalmente concluyen que las concentraciones de PBDEs y de PBDEs altamente bromados detectadas en el grupo de expuestos en Guiyu eran mayores que las referidas en poblaciones europeas y americanas. Los niveles de PBDE en el grupo control están posiblemente relacionados con la actividad de reciclaje en Guiyu, debido a la contaminación atmosférica.

Qu W & col (2007)²⁷ realizaron un estudio transversal con grupo control con el objetivo de investigar la asociación entre la exposición a PBDES en trabajadores de desmantelamiento de e-waste y la concentración de PBDEs en sangre. Se estudiaron 2 grupos de exposición formados por voluntarios.

El primer grupo formado por 20 trabajadores de desmantelamiento de e-waste y un segundo grupo con exposición no ocupacional constituido por 15 granjeros que vivían a 50 km de la región de desmantelamiento.

El grupo control estaba formado por 20 mujeres de una ciudad del Sur de China.

Los niveles de PBDEs en los trabajadores de e-waste fueron significativamente mayores ($p < 0.05$) que en los otros dos grupos, especialmente los niveles de congéneres altamente bromados (Hepta a decaBDEs) que fueron de 11 a 20 veces mayor, excepto para BDE-196, 203 y 206. El congénere de PBDE más abundante en todos los grupos fue BDE 209. La edad, estatura o peso no se asociaron en este estudio con los niveles de PBDEs en sangre.

Estos resultados permitieron concluir que la exposición laboral a PBDES se asocia con niveles elevados de PBDEs en sangre, especialmente de congéneres altamente bromados.

La exposición a PBDEs en población infantil trabajadora fue analizada por Athanasiadou, M. & col (2008)²² mediante un estudio transversal con grupo control en el que evaluaron la exposición a PBDEs, analizando los niveles de PBDEs, el patrón de congéneres y la presencia de metabolitos hidroxilados OH-PBDEs en muestras de suero en una muestra de 162 niños trabajadores en un vertedero de basura en Nicaragua, la muestra se estratificó en 5 grupos según experiencia laboral en vertederos, lugar de residencia y consumo de pescado: Dos grupos con un total de 64 niños con exposición ocupacional (grupos 1 y 2), dos grupos con un total de 80 niños con exposición no ocupacional (grupos 3 y 4) y un grupo control de 18 niños (grupo 5) de un área localizada a 20 km.

En el estudio se incluyeron un total de 32 mujeres divididas en 4 grupos en función de la zona de residencia rural –pesquera (Grupos A y B) y urbana (Grupos C y D) en las que se analizó concentración de PBDEs en muestras de suero intentando relacionarlo con el consumo de pescado potencialmente contaminado como vía de exposición.

Controlaron las variables de confusión y los sesgos mediante entrevista estructurada recogiendo información de sus condiciones sociodemográficas, edad, sexo, consumo de pescado, lugar donde viven, hábitos dietéticos, historia laboral, nivel económico y cultural. No se describe el análisis estadístico realizado.

Se cuantificaron diez congéneres de PBDES; BDE -47 fue el más frecuente y BDE -209 el menos frecuente. Los niños expuestos ocupacionalmente tenían concentraciones de PBDEs y sus metabolitos OH-PBDE en suero más elevadas que el resto de grupos. Las mujeres con escaso consumo de pescado tenían niveles de PBDEs más altos que las que vivían en zonas de pescadores y consumían más pescado.

Estos autores encontraron por primera vez metabolitos hidroxilados de PBDES bioacumulados en suero humano. Finalmente concluyen que los niños expuestos ocupacionalmente tenían niveles elevados de PBDEs y sus metabolitos OH-PBDEs en suero aunque también se encontraron niveles elevados en los niños del área urbana, lo que indicaría que el polvo es una fuente importante de exposición a los PBDE en esta población y pone de relieve la necesidad de evaluación de la exposición a estas sustancias.

El daño oxidativo al DNA es estudiado por Wen S. & col (2008)³¹ en un estudio transversal randomizado, con el objetivo de investigar la asociación entre exposición ocupacional a PBDEs y daño oxidativo al DNA midiendo los niveles de 8-OHdG (8-Hidroxi- 2' desoxiguanosina) en orina. Se reclutó a 64 hombres, de entre 18 y 60 años, empleados durante al menos un año en dos industrias distintas dedicadas al desmantelamiento de E-waste.

Se analizaron 64 muestras de orina y pelo, pre y post exposición laboral, y 3 muestras ambientales de polvo en los talleres.

Los niveles de 8OHdG en orina fueron mayores ($p < 0.05$) al final de la jornada laboral que al inicio de la jornada.

El patrón de congéneres de PBDEs más abundante fue: PBDE209 > 47 > 99 > 183 > 153, siendo el Deca- BDE fue el congéneres más abundante en todas las muestras (48,5-81,9%).

No queda bien descrito el control de las variables de confusión en el artículo.

El objetivo del estudio de Yuan J & col (2008)³⁶ es analizar mediante un estudio transversal con grupo control, la asociación entre la exposición a e-waste y las alteraciones tiroideas como posibles inductoras de daño genotóxico estimadas a través de la medición de células binucleadas micronucleadas. También determinaron los niveles de 8-OHdG en orina, como biomarcador de estrés oxidativo en trabajadores expuestos.

Para ello seleccionaron una muestra de 23 trabajadores de reciclaje informal con exposición a PBDEs y un grupo control formado por 26 granjeros.

Los niveles de PBDEs y TSH en el suero de los trabajadores fueron significativamente mayores que en el grupo control con $p < 0.045$ y $p < 0.01$, respectivamente. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas en los niveles de 8-OHdG urinario entre los 2 grupos. Los autores señalan que puede deberse al bajo poder estadístico del estudio.

Los resultados evidencian que el trabajo con e-waste se asocia con niveles de TSH elevados y mayor presencia de células binucleadas micronucleadas.

El trabajo en e-waste resultó ser una variable predictora de la concentración de TSH (OR 28, 95%, CI 5.90-132.83; $p < 0.000$)

Rechazan la existencia de asociación entre exposición laboral a PBDEs y estrés oxidativo.

Metodológicamente, el control de sesgos y de los factores de confusión es adecuado. En el análisis estadístico se utilizó la T de Student, el test de Pearson y U- Mann-Whitney.

En otro estudio transversal con grupo control, Zhao G.&col (2008)³² exploraron la exposición a PBDEs en zonas de reciclaje de E-Waste, estudiando los niveles de congéneres y PBDEs en muestras de pelo de 44 trabajadores que participaban en procedimientos rudimentarios de reciclaje, tomando un grupo control de 4 residentes, procedentes de cinco localidades distintas. Además se recogieron 6 muestras de suelo en 4 zonas con actividad de reciclaje, 3 muestras de suelo de la zona control y 1 muestra de E-waste (compuesta por cable de recubrimiento, polvo de relleno, y placas de circuitos astillados).

Las mediciones realizadas detectaron niveles elevados de PBDE y BDE 209 (BDE 209 fue el congéneres más frecuentemente encontrado) en todas las muestras de residuos electrónicos pero sobre todo en el polvo de relleno. Las concentraciones de PBDEs en suelo fueron significativamente mayores en las zonas de E-waste que en las zonas control.

En las muestras de cabello los niveles de PBDEs fueron significativamente más elevados en las zonas expuestas que en las zonas control ($p < 0,05$).

Concluyen que en general, los niveles de PBDEs medidos en las muestras de cabello fueron coherentes con los detectados en el suelo.

El control de variables de confusión y control de sesgos no queda bien descrito. Para el análisis estadístico utilizan el test no paramétrico U-Mann-Whitney.

La presencia en suero de metabolitos hidroxilados OH-PBDE de PBDEs es estudiada por Eguchi A. & col (2010)²⁴ en una serie de 5 trabajadores de una fábrica de reciclaje de residuos electrónicos de la India con edades entre 26 y 33 años, en comparación con un grupo control formado por 5 residentes de una zona rural con edades comprendidas entre 25 y 35 años.

El control de variables de confusión y control de sesgos no queda bien descrito en el estudio, así como tampoco describe el análisis estadístico realizado.

Los resultados reflejaron que las concentraciones de PBDE y de BDE 209 en los trabajadores expuestos fueron más altas, aunque sólo para el BDE 209 resultaron ser significativamente más elevadas que el grupo control. Los OH- PBDEs en el grupo control fueron significativamente más altos ($p < 0,05$) que en los trabajadores expuestos.

BDE 209 fue el congénere dominante en todas las muestras.

El efecto de la exposición a PBDEs sobre la salud reproductiva es estudiado por Leung A. & col (2010)¹⁹ que investigan los niveles y patrón de congénerees de PBDEs en muestras de 3 tipos de especímenes (leche, placenta, pelo) de mujeres embarazadas y los posibles riesgos para la salud de los niños.

La serie estudiada estaba formada por un grupo de exposición integrado por 5 mujeres embarazadas residentes en Taizhou (región dedicada al reciclaje de e-waste), una de las cuales trabajaba directamente en el reciclaje. El grupo control estaba formado por 5 mujeres residentes en una población distante a 245 km del Taizhou. La selección de la muestra se realizó de forma randomizada.

La información sociodemográfica, de hábitos alimentarios y sobre exposición a otras sustancias tóxicas se recogió mediante cuestionario.

Para el análisis estadístico se utilizaron el Test de X^2 , ANOVA, el test de U- Mann-Whitney y el Coeficiente de correlación de Spearman. El control de las variables de confusión no aparece bien definido en el artículo.

Los niveles de PBDEs en las 3 muestras (leche, placenta, pelo) en las mujeres residentes en el área de reciclaje de e-waste fueron mucho mayores que los niveles encontrados en las muestras del grupo no expuesto ($p < 0,05$), especialmente en pelo y leche.

La mujer que trabajaba directamente en el reciclaje de e-waste presentó los segundos niveles más elevados en todas las muestras recogidas.

Se encontró una correlación positiva entre las concentraciones de PBDEs totales y de PBDEs con baja bromación en los distintos tipos de muestras recogidas del grupo de exposición: Para pelo y leche; ($r = 0,998$, $p < 0,0001$), para pelo y placenta ($r = 0,995$, $p < 0,0001$) y para leche y placenta ($r = 0,999$ y $p < 0,0001$). El perfil de congénerees en todas las muestras fue el mismo, siendo el más predominante el BDE47.

También se evidenció una correlación positiva entre la carga corporal de PBDEs en las madres residentes en el área de reciclaje de e-waste y la ingesta de comida de origen animal (especialmente pescado y marisco).

La estimación de la ingesta diaria de PBDEs a través de la leche materna para un niño de 6 meses de edad residente del área de e-waste fue de 572+839 ng/kg de peso húmedo/día.

La secreción de PBDEs en leche materna es estudiada por **Tue, N.M. & col (2010)**³⁸ mediante un estudio transversal con grupo control, en el que evaluaron la asociación entre la exposición a PBDEs y sus niveles en leche materna de mujeres expuestas (trabajadoras o no) de tres localidades dedicadas al reciclaje de desechos electrónicos:

Localidad 1 (reciclaje de baterías), localidades 2 y 3 (desmontaje de e-waste) y localidad 4 (una zona urbana típica).

Se realizó una encuesta en 2007 para obtener información sobre variables sociodemográficas (edad, altura y peso, número de partos y la duración de los períodos de reposo, de ocupación (recicladores o no-recicladores), periodo de participación en las actividades de reciclaje y hábitos dietéticos. Estas variables se analizaron estadísticamente mediante el análisis de componentes principales y análisis de regresión lineal múltiple. Los datos se transformaron para obtener una distribución normal. También se utilizó el test de Wilcoxon.

Los niveles de PBDES en las zonas de reciclaje de e-waste fueron significativamente mayores que en la zona de reciclaje de baterías que en el grupo control. El patrón de congéneres fue similar en las zonas 1 y 2 donde se encontraron concentraciones elevadas de Octa, Nona y Deca BDE, detectándose BDE 209 en proporciones de hasta el 50%. El patrón varió en la zona de referencia donde predominaban congéneres menos bromados como BDE-47 y BDE-153 y en esta zona BDE -209 fue indetectable. La concentración de PBDEs se asoció significativamente con el desarrollo en actividades de reciclaje y no guardó relación con el resto de parámetros socio-demográficos estudiados.

En el estudio de Wang H. & col (2010)³⁵ con un diseño transversal con grupo control, evalúa el efecto sobre la función tiroidea de la exposición a PBDEs liberados al ambiente durante las tareas de reciclaje de e-waste. Se estudiaron 3 grupos de trabajadores con diferente tipo de exposición: Un primer grupo con exposición ocupacional compuesto por 236 trabajadores de e-waste residentes en 3 localidades distintas, elegidos mediante randomización, un segundo grupo con exposición no ocupacional formado por 89 personas que vivían alrededor de los sitios de reciclaje. Se estableció un grupo control formado por 117 personas trabajadoras de una plantación. El 75% de los trabajadores desempeñaba su trabajo desde hacía más de 3 años. Las técnicas de desmantelamiento utilizadas eran distintas, predominantemente incineración y baños en ácido.

Mediante cuestionario se recogió información sobre aspectos socio-demográficos y de salud.

Los niveles de TSH fueron significativamente menores ($p < 0.001$) en el grupo de trabajadores de e-waste comparados con el grupo no expuesto. Sin embargo, no se encontraron diferencias entre los trabajadores de e-waste y los residentes que vivían alrededores de los centros de reciclaje.

La edad, raza o tabaquismo no se asociaron ($p > 0,05$) con los niveles de hormonas tiroideas. Se encontró una fuerte correlación positiva entre niveles de BDE126 y concentraciones de T4 ($\beta = 0,25$, $SE = 0,10$, $p = 0,0181$) y de BDE 205 y T4 ($\beta = 3,27$, $S = 0,97$, $p = 0,001$).

Los autores también encontraron que factores como la duración de la exposición, años de ocupación en el desmantelamiento de e-waste y el modo de incineración tenían una correlación positiva con los niveles de PBDEs ($p < 0,01$). La protección respiratoria presentó una fuerte correlación negativa ($p < 0,05$) con los niveles de PBDEs.

Metodológicamente, utilizaron análisis de comparación de medias mediante T student para variables independientes, análisis de covarianza y análisis de regresión lineal. Se controlaron posibles factores de confusión como: Lípidos totales en plasma, sexo, consumo de alcohol y edad.

Yu Z y col (2010)³⁷ estudia en un serie de 6 trabajadores la presencia de OH- PBDE en sangre de trabajadores de desmantelamiento de e-waste, como un posible indicador de la metabolización de los PBDEs altamente bromados.

Los resultados identifican en las muestras de sangre: 6-OH-BDE199, 6-OH-BDE196 y 6-OH-BDE206, por lo que concluyen, que los PBDEs altamente bromados pueden ser metabolizados oxidativamente en OH- octaBDE y OH- nonaBDE en el suero humano, después de la exposición continua a largo plazo a BDE 209.

Como limitaciones, no se describen las medidas de control de sesgo ni de variables potenciales de confusión. Tampoco se detallan los criterios de inclusión/exclusión.

La relación entre exposición a PBDEs y los niveles de hormonas tiroideas es estudiada por Han G & col (2011)³⁴ mediante un estudio transversal con grupo control, en una muestra de 195 niños con exposición no ocupacional de una localidad cercana a un área de reciclaje de e-waste tomando como grupo control a 174 niños de una localidad más alejada.

Estadísticamente se analizó mediante comparación de medias utilizando T-student y análisis de regresión lineal.

Los niveles de PBDEs en niños del área contaminada fueron significativamente mayores que en el grupo control. Los niveles de TSH fueron significativamente mayores en el grupo control. En ambos grupos se encontró una correlación positiva entre la concentración de PBDEs y los niveles de TSH, siendo significativamente mayor en el grupo control. El estado de salud de los niños de la zona control fue mejor que en el área contaminada, ya que los PBDEs conducirían a un aumento de la concentración de estas sustancias en suero afectando a los niveles de hormonas tiroideas en niños.

La asociación entre la exposición laboral a PCDD/Fs y PBDEs y los niveles de estas sustancias en pelo fue estudiada por Ma J & col (2011)³⁰ mediante un estudio transversal con grupo control, se analizaron muestras de pelo en 27 de voluntarios de trabajadores de una planta de reciclaje de e-waste, que llevaban al menos trabajando un año. El grupo control estaba formado por 27 residentes de Shanghai, sin exposición ocupacional.

La información sobre su historia laboral, de salud y características del pelo (color, tratamientos) se obtuvo mediante cuestionario.

La concentración de PBDEs en pelo de los trabajadores de e-waste fue 3 veces mayor que en el grupo control. El congénere de PBDE dominante en las muestras de pelo de ambos grupos fue el PBDE 209. Además en el grupo control, se encontraron niveles elevados de BDE47.

Encuentran asociación entre el perfil de congénerees en pelo y el perfil de congénerees medidos en el ambiente de las instalaciones de la planta de reciclaje, por lo que los autores concluyen que las muestras de pelo podrían reflejar exposiciones a PBDEs liberados en operaciones de reciclaje de e-waste.

La presencia de metabolitos de PBDEs es estudiada por Eguchi A & col (2012)²⁵ que mediante un estudio transversal con grupo control, investiga la asociación entre la exposición a PBDEs en trabajadores de e-waste y los niveles sangre de PBDEs y sus metabolitos; MeO-PBDEs (PBDES metoxilados) y OH-PBDEs. Además, analizan la concentración de MeO-PBDEs en pescado de agua salada y dulce para investigar una posible asociación entre su consumo y los niveles de MeO-PBDEs en sangre.

Seleccionaron a un grupo de 25 trabajadores con exposición ocupacional y un grupo control formado por 20 residentes de un pueblo costero.

Mediante una entrevista personal se recogió información demográfica, de salud y del hogar donde vivían.

Las concentraciones de OH-PBDE y MeO-PBDE fueron mayores en la población costera que en los trabajadores de e-waste ($p < 0.05$). Sin embargo, los niveles de Octa- a Nona-BDEs y octa-bromado OH-PBDEs fueron significativamente mayores en trabajadores de e-waste que en los residentes de la población costera ($p < 0.05$)

Se encontraron niveles mayores de MeO-PBDEs en pescado marino que en los de pescado de agua dulce ($p < 0,05$). El BDE-209 fue el congénere dominante en todas las muestras (80%).

Concluyen que existe asociación entre los niveles PBDEs de exposición laboral a e-waste y los niveles en sangre, mientras que los niveles elevados de MeO- PBDEs en la población costera se asociarían con un mayor consumo de pescado marino.

Estadísticamente, se utilizaron pruebas no paramétricas de asociación. Como limitaciones no quedan suficientemente descritos los criterios de inclusión y exclusión, así como el control de sesgos.

Yang Q. & col (2013)²⁹ estudia la exposición a sustancias químicas, entre ellas PBDEs, liberadas durante los procesos de reciclaje en trabajadores de e-waste, midiendo sus concentraciones en muestras de suero.

Utiliza un diseño transversal con grupo control, eligiendo dos grupos de exposición: El primero formado por 17 trabajadores expuestos, que trabajaban en pequeños talleres de desmantelamiento de e-waste con técnicas rudimentarias; el segundo grupo estaba integrado por 18 residentes en localidades con exposición no ocupacional. El grupo control estaba formado por 21 residentes, sin exposición, de un área localizada a 40 Km.

La selección de la muestra se realizó de forma randomizada y la información demográfica necesaria se recogió mediante un cuestionario.

En cuanto al análisis estadístico, los datos de concentración de los compuestos químicos fueron logarítmicamente transformados para obtener una distribución normal, que fue confirmada a través del test de Kolmogorov- Smirnov. Las diferencias entre los grupos fueron examinadas por la T student para datos independientes. El control de los factores de confusión se realizó mediante un test de regresión logística.

Los niveles de exposición en los grupos de expuestos, fueron significativamente más elevados ($P < 0,001$) que los del grupo control, exceptuando al BDE 209 ($P = 0,83$).

En el análisis de regresión logística, la principal correlación positiva ($p < 0,05$) indica que las concentraciones en suero de la población de la región expuesta eran significativamente mayores que las del grupo control. No se encontró correlación significativa con la edad, IMC, años de trabajo o estación del año en la que se recogieron las muestras.

Trabajar o vivir en zonas de reciclaje de e-waste se asoció con mayores concentraciones de PBDEs en suero, excepto para BDE209.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

La información epidemiológica disponible sobre la asociación entre exposición a PBDEs en los trabajadores del reciclaje de e-waste y su efecto sobre la salud humana, no es muy abundante.

La falta de coincidencia en las conclusiones de los estudios incluidos en esta revisión puede estar condicionada por la variabilidad de las poblaciones estudiadas y por el diseño epidemiológico utilizado, ya que 16 de los 20 estudios revisados tienen un diseño transversal, lo que limita la valoración de la asociación causal. Sólo dos estudios responden a diseños longitudinales.

Como principales limitaciones encontramos que sólo en 4 estudios la muestra es aleatorizada con un potencial sesgo de selección. En 14 estudios no se detallan los procedimientos seguidos para el control de variables de confusión ni se tienen en cuenta otras posibles vías de exposición a PBDEs.

El proceso de reciclaje de e-waste supone una exposición a múltiples compuestos, produciéndose una exposición combinada en la que es difícil valorar de forma aislada los efectos de la exposición a PBDEs.

Los resultados de los estudios revisados son coincidentes en evidenciar una relación entre PBDEs en sangre y el trabajo en instalaciones de reciclaje, esta evidencia es consistente, sin estudios que muestren resultados en otra dirección, y se reproduce con independencia del ámbito geográfico en el que se desarrolla el estudio, si bien con magnitudes diferentes que oscilan entre 26 ng/g lípido en Suecia a 600 ng/g lípido en China, país que alcanza la máxima concentración descrita (3436 ng g⁻¹ l.w.),²⁷ que probablemente se deba a que en este estudio los trabajadores de reciclaje usan técnicas muy primitivas con escasas medidas de protección, lo que supondría una mayor exposición. El nivel de evidencia para este resultado, de acuerdo a los criterios SIGN es de 3.

En 11 estudios^{22-29,34-37}, se encontraron niveles elevados de PBDEs en suero en residentes de áreas circundantes a las zonas de reciclaje e incluso en poblaciones alejadas escogidas como control. Esto pone de manifiesto que la población sin exposición ocupacional está de alguna forma expuesta a este tipo de sustancias. En cualquier caso, las concentraciones de PBDEs en los trabajadores de reciclaje de e-waste siguen siendo significativamente mayores que en los grupos control. En este sentido son coincidentes los resultados de Guiyu, China²³, la mediana total de PBDEs en los trabajadores de la planta de reciclaje de e-waste era 3.5 veces mayor que los niveles en residentes de una región situada a 50 Km y los estudios realizados en China²⁷, los niveles de PBDEs totales en sangre eran 3.6 veces mayores en los trabajadores de la planta de reciclaje de e-waste que en los residentes que vivían a aproximadamente 50 Km de la planta de reciclaje y 12 veces mayores que los residentes de otra ciudad china sin exposición a PBDEs conocida. El nivel de evidencia para este resultado, de acuerdo a los criterios SIGN es de 3.

La concentración en sangre se asocia con el tiempo de exposición, los procedimientos de trabajo y las medidas de protección (nivel de evidencia 3), no encontrándose asociación con la edad o el IMC.

Encontramos evidencia (nivel 1-) sobre la eficacia de medidas de mejora en higiene industrial para disminuir de forma estadísticamente significativa la exposición a PBDEs en la actividad de reciclaje de e-waste^{28, 39}.

Todos los estudios revisados^{19,30-33}, que investigaban la asociación entre la exposición laboral a PBDEs y los niveles de PBDEs en pelo, mostraron que los niveles de e-waste en pelo eran significativamente mayores en la población expuesta laboralmente que en la población de control (Nivel de evidencia 3).

Un hallazgo interesante, es que a pesar de que los niveles de PBDEs en el pelo de los residentes de las áreas próximas a instalaciones de reciclaje eran mayores que los de los residentes del área urbana, la concentración de PBDEs en el polvo de casas de las áreas próximas a instalaciones de reciclaje era menor que la concentración de PBDEs en el polvo de las casas de los residentes urbanos. Este hallazgo refuerza la hipótesis de que el polvo del interior de las casas no es la única fuente de exposición a PBDEs en los residentes de localidades próximas a instalaciones de e-waste, sino que la ingesta o la inhalación de polvo exterior constituyen otras posibles fuentes de exposición⁴³.

Al comparar los niveles de PBDEs en el pelo y polvo, observaron que en el pelo la proporción de DecaBDE disminuye a expensas del Nona-BDE, en comparación con las concentraciones detectadas en polvo. Lo que puede indicar que en el medio interno se produce una desbromación del BDE 209 en Nona BDE.

Otros estudios^{30-32,44} también encuentran concentraciones más elevadas de PBDEs en pelo de los trabajadores de e-waste que en los grupos control. Estas concentraciones variaron de acuerdo a la tecnología empleada en el desmantelamiento de e-waste, las características de la población de la que procede la muestra y los congéneres de PBDEs estudiados. En todos ellos, el congénere más abundante fue el BDE 209, que constituye aproximadamente el 97% de la mezcla Deca-BDE, que ha sido una de las más utilizadas en los últimos años.

Aunque el BDE 209, tiene una baja biodisponibilidad y una vida media corta (15 días), han encontrado el BDE 209 puede acumularse en sangre humana y en leche. También se ha estudiado su desbromación, por lo que produciría PBDEs con baja bromación, incluyendo Penta a Nona- BDEs^{23, 27, 44, 45}.

La biomonitorización no necesariamente permite identificar la fuente de exposición a PBDEs ya que la exposición puede ocurrir en lugares distintos al lugar de trabajo^{19, 46}. Sin embargo, los estudios de biomonitorización son útiles para identificar y caracterizar la exposición de los trabajadores y pueden indicarnos la necesidad de realizar medidas de control de la exposición²⁸.

Recientemente, se ha documentado en estudios de laboratorio que los PBDEs hidroxilados (OH- PBDEs) y los MeO- PBDEs producen toxicidad tiroidea⁴⁷ y disrupción de la esteroidogénesis⁴⁸.

En estudios in vivo, se han detectado OH- PBDEs en sangre de ratas y ratones tras exponerlos a mezclas de PBDEs ó a BDE 209^{20, 49}. Sin embargo, en un estudio realizado in vitro, no se detectaron OH- PBDEs tras la exposición de hepatocitos humanos a BDE-209⁵¹.

En nuestra revisión, encontramos varios estudios con nivel de evidencia 3, en los que se investiga la presencia de estos metabolitos en suero de los trabajadores. Las concentraciones de metabolitos OH- PBDEs^{25, 37} y MeO-PBDEs^{24, 25} fueron mayores en las poblaciones de referencia que en los trabajadores de e-waste.

En el estudio de Eguchi, asocian los niveles elevados de MeO-PBDEs con consumo de pescado marino. En el estudio de Yu³⁷ encuentran OH- Octa BDEs y OH-Nona BDEs en muestras de suero de los trabajadores de E-waste. En ambos estudios el BDE 209 fue el congénere predominante en todas las muestras analizadas.

Sin embargo, en el estudio de Athanasiadou & cols.²² realizado en niños trabajadores en vertederos de Nicaragua, los niños que estaban en contacto con e-waste presentaron niveles más elevados de PBDEs y OH- PBDEs que los niños que vivían a 20 km. El congénere más frecuente fue el BDE47 y el menos frecuente el BDE 209.

En el estudio realizado por Yang²⁹, no se encuentran diferencias significativas en los niveles de BDE 209 entre los trabajadores de reciclaje de e-waste y el grupo control. Esto sugiere que además de la exposición en el trabajo, podría haber otras vías de exposición como la doméstica a PBDEs o que parte del BDE 209 presente en el suero de los trabajadores de e-waste se hubiese desbromado en PBDEs de baja bromación.

Las concentraciones más elevadas en el suero de los trabajadores de Octa a Nona-BDE, respecto a la población costera²⁵ nuevamente serían explicadas por la teoría de la desbromación del BDE 209.

La medición de los niveles de Octa a Nona- BDE y de los metabolitos de PBDEs (OH y MeO-PBDEs) podría servir para reflejar la exposición ocupacional a largo plazo, mientras que la presencia de BDE 209 serviría para valorar la exposición reciente.

El nivel de TSH es un parámetro importante a la hora de valorar la función tiroidea, ya que puede afectar a los otros niveles de hormonas a través del eje hipotálamo-hipofisario.

Encontramos estudios en ratas, que muestran que una exposición corta a mezclas comerciales de PBDEs interfieren con el sistema tiroideo vía Uridindifosfoglucuronato *glucuronosiltransferasa* (UGTs)^{52,53}.

Los resultados sobre la relación entre exposición a PBDEs y concentraciones de TSH no son concluyentes. El resultado del estudios de Wang H.³⁵, muestra que el grupo de trabajadores de reciclaje de e-waste tiene niveles de TSH significativamente más bajos que en el grupo control. Sin embargo, en los estudios de Han G. y Yuan J.^{34,36} los trabajadores del reciclaje de e-waste muestran niveles de TSH más elevados en comparación

con personas sin exposición y en uno de ellos³⁴, se encontró asociación entre los niveles de PBDEs y la TSH.

Diversos estudios han confirmado que los PBDEs liberan radicales libres que pueden producir un daño oxidativo irreversible en las moléculas de DNA⁵⁴. Los daños oxidativos en el DNA parecen tener un papel importante en la patogenia de varias enfermedades como enfermedades pulmonares, cardiovasculares y el cáncer^{55,56}.

El ensayo citogenético para la detección de micronúcleos (CBMN: cytokinesis-block micronucleus) está considerado como un ensayo práctico, universalmente validado y accesible tecnológicamente, útil para evaluar la inestabilidad genética inducida por agentes genotóxicos. Los micronúcleos son cuerpos citoplasmáticos de naturaleza nuclear, que se corresponden con material genético no incorporado correctamente a las células hijas durante la división celular, reflejan aberraciones cromosómicas y se originan por roturas cromosómicas, por errores durante la replicación y posterior división celular del ADN y/o por la exposición a agentes genotóxicos.

Estudios *in vitro*^{57,58} sugieren que los PBDEs pueden causar daño el DNA, produciendo un aumento del número de células micronucleadas. En varios estudios³⁶, los autores comunicaron una mayor presencia de células micronucleadas en la población expuesta a e-waste que en la población no expuesta. Esto habla a favor de que los PBDEs pueden ser una sustancia genotóxica y que los trabajadores de reciclaje de e-waste pueden tener un mayor riesgo de enfermedades. De hecho, la IARC (International Agency for Research on Cancer) clasifica a los PBDEs como «Posible carcinógeno».

La 8-Hidroxi-2'-desoxiguanosina (8-OHdG) es un biomarcador del daño oxidativo producido en el DNA⁵⁹. Los resultados encontrados en nuestra revisión no son concluyentes. En el estudio de Zhao G.F.³¹, los niveles de 8-OHdG en orina tras la jornada laboral eran mayores que al inicio de la jornada, estableciendo una asociación positiva entre la exposición a PBDEs y el daño oxidativo al DNA. El estudio de Yuan J.³⁶, no encontró diferencias significativas en los niveles de 8-OHdG entre el grupo de exposición y el grupo control, aunque el autor señala que estos resultados pueden deberse al bajo poder estadístico del estudio. No debemos olvidar, que en la basura electrónica se encuentran otras sustancias que pueden producir una elevación de 8-OHdG, por lo que la elevación encontrada en el estudio no puede ser sólo atribuida a la exposición a PBDEs.

Estudios recientes en humanos sugieren que niveles elevados de PBDEs en leche materna están relacionados con criptorquidia en recién nacidos⁶⁰, bajo peso al nacer y disminución de la longitud y de la circunferencia del pecho en recién nacidos⁶¹. Se ha encontrado correlación inversa entre la concentración de PBDEs en suero y el conteo de espermatozoides en hombres jóvenes⁶².

Los resultados de los estudios revisados en este sentido son coincidentes, con un nivel de evidencia 3. Demuestra la asociación entre la exposición a PBDEs en mujeres trabajadoras y el aumento de los niveles de PBDEs en leche y placenta.

En uno de los estudios revisados¹⁹ que analizaba los niveles de PBDEs en múltiples matrices, como leche materna, placenta y pelo, de un grupo de mujeres en edad fértil trabajadoras de una planta de reciclaje para ponerlos en relación con posibles riesgos para la salud los niños, reveló que las concentraciones de PBDEs encontradas en todas las muestras eran significativamente mayores en el grupo de exposición que en el grupo de mujeres no expuestas.

Este resultado concuerda el resultado de Tue N.M.³⁸ en el que los niveles de PBDEs en leche materna de las mujeres de 3 zonas con exposición a e-waste (laboral o no) fueron mayores que los niveles en las mujeres del área urbana.

En este estudio, el congénere predominante en el grupo de exposición fue el BDE 209 y en el grupo de control, lo fueron el BDE47 y BDE 153.

A diferencia del estudio de Leung, en el que el congénere dominante en todas las muestras fue el BDE 47. Esta diferencia podría ser debida a que en este estudio, no se analizaron los niveles de BDE 209.

La carga corporal elevada en los trabajadores, no sólo produciría problemas en la salud para ellos, sino que podría implicar problemas para las generaciones futuras. La ingesta estimada de PBDEs para un niño de 6 meses residente en el área de e-waste alimentado con leche materna sería de 572 ± 839 ng /kg peso húmedo/día, 57 veces mayor que la de los niños del área de referencia¹⁹.

Estudios en animales e in vitro apuntan a una asociación entre niveles elevados de PBDEs y efectos adversos en la salud que incluso parece que podrían tener repercusión en las generaciones futuras.

Los estudios revisados nos permiten establecer una asociación entre niveles de exposición a PBDEs y alteración de parámetros biológicos, pero debido al tipo de diseño de los estudios revisados no podemos establecer una relación de causalidad entre la exposición a PBDEs en e-waste y los efectos en la salud encontrados.

Parece razonable implementar medidas de higiene industrial para la reducción del nivel de emisión al medioambiente y de exposición de los trabajadores a PBDEs derivados de los procesos de reciclaje, así como llevar a cabo medidas de protección personal y de vigilancia de la salud.

A pesar de los esfuerzos realizados en estos últimos años por distintos organismos, tanto en materias de legislación como en programas para determinar los efectos negativos de los PBDEs sobre la salud, la atención está centrada en el impacto ambiental. Sin embargo, la evolución del mercado electrónico hace que este tipo de desechos representen cada vez más un problema emergente de salud laboral, por lo que es necesario, fortalecer la investigación de sus posibles efectos tóxicos y daños sobre la salud de los trabajadores, mediante diseños que permitan la identificación de relaciones causales con el fin de diseñar tecnologías de recuperación saludables e instaurar programas de prevención y sistemas de vigilancia de la salud adecuados en los trabajadores expuestos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos enormemente la colaboración y entusiasmo del Dr. Jerónimo Maqueda en la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Chen AM, Dietrich KN, Huo X, Ho SM. «Developmental neurotoxicants in e-waste: an emerging health concern». *Environ. Health Perspect* 2010; 119: 431–438.
2. Ni HG, Zeng H, Tao S, Zeng EY. «Environmental and human exposure to persistent halogenated compounds derived from e-waste in China». *Environ. Toxicol. Chem* 2010; 29: 1237–1247.
3. United Nations Environment Programme (UNEP). *Stockholm convention on persistent organic pollutants. 2001*. Disponible en: <http://www.pops.int/documents/convtext-en.pdf>. Consultado el 20 de diciembre de 2013.
4. Council of the European Parliament. Directive 2002/96/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on waste electrical and electronic equipment (WEEE). March 13, 2003. OJEU 2003; 37: 24-38.
5. United Nations Environment Programme (UNEP). Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs). Press release: *Governments Unite to step-up reduction on global DDT Reliance and add nine new chemicals under international treaty, 2009*. Disponible en: <http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=585&ArticleID=6158&RoHS> –Directiva de Restricción de Sustancias Peligrosas–, julio 2008. Consultado el 4 de enero de 2014.
6. *Bromine Science and Enviromental Forum (BSEF)*. Disponible en: www.bsef.com/our-substances/deca-bde/scientific-studies. Consultado el 4 de enero de 2014.

7. US Environmental Protection Agency (EPA). *DecaBDE phase-out initiative (last updated on 25th of July 2012)*. Disponible en: <http://www.epa.gov/oppt/existingchemicals/pubs/actionplans/deccadbe.html>. Consultado el 4 de enero de 2014.
8. Leung AOW, Luksemburg WJ, Wong AS, Wong MH. Spatial distribution of polybrominated diphenyl ethers and polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in soil and combusted residue at guiyu, an electronic waste recycling site in Southeast China. *Environ. Sci. Technol* 2007; 41: 2730-2737.
9. Shen CF, Huang SB, Wang ZJ, Qiao M, Tang XJ, Yu CN, Shi DZ, Zhu YF, Shi JY, Chen XC, Setty K, Chen YX. Identification of Ah receptor agonists in soil of E-waste recycling sites from Taizhou area in China. *Environ. Sci. Technol* 2008; 42: 49-55.
10. Allen JG, McClean MD, Stapleton HM, Webster TF. Linking PBDEs in house dust to consumer products using X-ray fluorescence. *Environ. Sci. Technol* 2008; 42: 4222-4228.
11. National Toxicology program. Carcinogenesis studies of Decabromodiphenyl Oxide (CAS No. 1163-19-5) in F344/N Rats and B6C3F 1 Mice (Feed studies). *NTP Technical Report Series*. Research Triangle Park, NC: National Toxicology Program; 1986.
12. Laws SC. The effects of DE-71, a commercial polybrominated diphenyl ether mixture, on female pubertal development and thyroid function. *Toxicologist*. 2003; 72:137.
13. Kuriyama S. Maternal exposure to low dose 2,2',4,4',5 pentabromodiphenyl ether (PBDE 99) impairs male reproductive performance in adult male offspring. *Organohalogen Compd*. 2003; 61:92-95
14. Breslin WJ. Teratogenic evaluation of a polybromodiphenyl oxide mixture in New Zealand White rabbits following oral exposure. *Fundam Appl Toxicol*. 1989; 12:151-157.
15. Zhou T. Developmental exposure to brominated diphenyl ethers results in thyroid hormone disruption. *Toxicol Sci*. 2002; 66: 105-116.
16. Branchi I. Effects of perinatal exposure to a polybrominated diphenyl ether (PBDE 99) on mouse neurobehavioural development. *Neurotoxicology*. 2002; 23:375-384.
17. Viberg H. Neurobehavioral derangements in adult mice receiving decabrominated diphenyl ether (PBDE 209) during a defined period of neonatal brain development. *Toxicol Sci*. 2003; 76:112-120.
18. Sjödin *et al*. Flame retardant exposure: Polybrominated diphenyl ethers in blood from Swedish workers. *Environ. Health Perspect*. 1999; 107:643-48.
19. Leung A. *et al*. Body burdens of polybrominated diphenyl ethers in childbearing-aged women at an intensive electronic- waste recycling site in China. *Environ. Sci. Pollut. Res*. 2010; 17: 1300-13
20. Wu K. *et al*. Polybrominated diphenyl ethers in umbilical cord blood and relevant factors in neonates from Guiyu, China. *Environ. Sci. Technol*. 2010; 44: 813-19.
21. Harbour R, Miller J, for the Scottish Intercollegiate Guidelines Network Grading Review Group. A new System for grading recommendations in evidence based guidelines. *BMJ* 2001; 323: 334-6.
22. Athanasiadou M, Cuadra SN, Marsh G, Bergman Å, Jakobsson K. Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and bioaccumulative hydroxylated PBDE metabolites in young humans from Managua, Nicaragua. *Environmental Health Perspectives* 2008;116 (3): 400-408.
23. Bi X, Thomas GO, Jones KC, Qu W, Sheng G, Martin FL *et al*. Exposure of electronics dismantling workers to polybrominated diphenyl ethers, polychlorinated biphenyls, and organochlorine pesticides in South China. *Environmental Science and Technology* 2007; 41 (16): 5647-5653.
24. Eguchi A, Nomiyama K, Devanathan G, Subramanian A, Bulbule KA, Parthasarathy P *et al*. Organohalogen and metabolite contaminants in human serum samples from Indian E-waste recycling workers. *Interdisciplinary Studies on Environmental Chemistry*. [On-line magazine]. 2010. Vol. 4. pp. 167-174. Available in www.terrapub.com. Consultado el 20 de diciembre de 2013.
25. Eguchi A, Nomiyama K, Devanathan G, Subramanian A, Bulbule KA, Parthasarathy P, Takahashi. Different profiles of anthropogenic and naturally produced organohalogen compounds in serum from residents living near a coastal area and e-waste recycling workers in India. *Environment International*, 2012; 47: 8-16.
26. Kim B-H, Ikonomou MG, Lee S-J, Kim H-S, Chang Y-S. Concentrations of polybrominated diphenyl ethers, polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans, and polychlorinated biphenyls in human blood samples from Korea. *Science of the Total Environment*, 2005; 336 (1-3): 45-56.
27. Qu W, Bi X., Sheng G, Lu S, Fu J, Yuan J *et al*. Exposure to polybrominated diphenyl ethers among workers at an electronic waste dismantling region in Guangdong, China. *Environment International* 2007; 33 (8): 1029-1034.
28. Thuresson K, Bergman Å, Rothenbacher K, Herrmann T, Sjölin S, Hagmar L, *et al*. Polybrominated diphenyl ether exposure to electronics recycling workers - a follow up study. *Chemosphere* 2006; 64 (11):1855-1861.

29. Yang Q, Qiu X, Li R, Liu S, Li K, Wang F, *et al.* Exposure to typical persistent organic pollutants from an electronic waste recycling site in Northern China. *Chemosphere* 2013; 91 (2): 205-211.
30. Ma J, Cheng J, Wang W, Kunisue T, Wu M, Kannan K. Elevated concentrations of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and polychlorinated dibenzofurans and polybrominated diphenyl ethers in hair from workers at an electronic waste recycling facility in eastern China. *J Hazard Mater.* 2011. 86:1966-1971.
31. Wen S, Yang FX, Gong Y, Zhang XL, Hui Y, Li JG, Liu AL, Wu YN, Lu WQ, Xu Y. Elevated levels of urinary 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine in male electrical and electronic equipment dismantling workers exposed to high concentrations of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans, polybrominated diphenyl ethers, and polychlorinated biphenyls. *Environ Sci Technol* 2008; 42 (11): 4202-4207.
32. Zhao GF, Wang ZJ, Dong MH, Rao KF, Luo JP, Wang DH, Zha JM, Huang SB, Xu YP, Ma M. 2008. PBBs, PBDEs, and PCBs levels in hair of residents around e-waste disassembly sites in Zhejiang Province, China, and their potential sources. *Sci. Total. Environ.* 397, 46-57.
33. Zheng J, Luo XJ, Yuan JG, Wang J, Wang YT, Chen SJ, *et al.* Levels and sources of brominated flame retardants in human hair from urban, e-waste, and rural areas in South China. *Environmental Pollution* 2011; 159 (12): 706-3713.
34. Han G, Ding G, Lou X, Wang X, Han J, Shen H, Zhou Y, Du L. Correlations of PCBs, DIOXIN, and PBDE with TSH in children's blood in areas of computer E-waste recycling. *Biomed Environ Sci* 2011; 24(2): 112-116.
35. Wang H, Zhang Y, Liu Q, Wang F, Nie J, Qian Y. Examining the relationship between brominated flame retardants (BFR) exposure and changes of thyroid hormone levels around e-waste dismantling sites. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 2010; 213 (5): 369-380.
36. Yuan J, Chen L, Chen D, Guo H, Bi X, Ju Y, *et al.* Elevated serum polybrominated diphenyl ethers and thyroid-stimulating hormone associated with lymphocytic micronuclei in Chinese workers from an e-waste dismantling site. *Environmental Science and Technology* 2008; 42 (6): 2195-2200.
37. Yu Z, Zheng K, Ren G, Zheng Y, Ma S, Peng P, *et al.* Identification of hydroxylated octa- and nona-bromodiphenyl ethers in human serum from electronic waste dismantling workers. *Environmental Science and Technology* 2010; 44 (10): 3979-3985.
38. Tue NM, Takahashi S, Suzuki G, Isobe T, Viet PH, Kobara Y, Seike N, *et al.* Contamination of indoor dust and air by polychlorinated biphenyls and brominated flame retardants and relevance of non-dietary exposure in Vietnamese informal e-waste recycling sites. *Environment International* 2013; 51: 160-167.
39. Rosenberg C, Hämeilä M, Tornaeus J, Säkkinen K, Puttonen K, Korpi A, *et al.* Exposure to flame retardants in electronics recycling sites. *Annals of Occupational Hygiene* 2011; 55 (6): 658-665
40. Grant K, Goldizen F, Sly P, Brune MN, Neira M, Van den Berg M, *et al.* Health consequences of exposure to e-waste: a systematic review. *The Lancet Global Health.* In Press, Corrected Proof, Available online 30 October 2013.
41. Sjödin A, Hagmar L, Klasson-Wehler E, Kronholm- Diab K, Jakobsson E, Bergaman A. Flame retardant exposure: polybrominated diphenyl ethers in blood from Swedish workers. *Environ Health Perspect.* 1999; 107:643-648.
42. Jones-Otazo H, Clarke JP, Diamond ML, Archbold JA, Ferguson G, Harner T, Richardson GM, Ryan JJ, Wilford B. Is house dust the missing exposure pathway for PBDEs? An analysis of the urban fate and human exposure to PBDEs. *Environ. Sci. Technol.* 2005; 39: 5121-5130.
43. Luo XJ, Liu J, Luo Y, Zhang XL, Wu JP, Lin Z, Chen SJ, Mai BX, Yang ZY. Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in free-range domestic fowl from an e-waste recycling site in South China: levels, profile and human dietary exposure. *Environ. Int.* 2009; 35: 253-258.
44. Sjödin A, Patterson DG, Bergman Å. Brominated flame retardants in serum from U.S. blood donors. *Environ. Sci. Technol.* 2001; 35: 3830-3833.
45. La Guardia MJ, Hale RC, Harvey E. Detailed polybrominated diphenyl ether (PBDE) congener composition of the widely used penta-, octa-, and deca- PBDE technical flame retardant mixtures. *Environ. Sci. Technol* 2006; 40: 6247-6254.
46. Paustenbach D. Biomonitoring and biomarkers: exposure assessment will never be the same. *Environ Health Perspect.* 2006; 114: 1143- 1149.
47. Darnerud PO, Aune M, Larsson L, Hallgren S. Plasma PBDE and thyroxine levels in rats exposed to Bromkal or BDE-47. *Chemosphere* 2007; 67: 386-392.
48. Cantón RF. Inhibition of human placental aromatase activity by hydroxylated polybrominated diphenyl ethers (OH-PBDEs). *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 2008; 227: 68-75.
49. Chen IJ, Lebetkin EH, Sanders JM, Burka LT. Metabolism and disposition of 2,2,4,4,5 pentabromodiphenyl ether (BDE99) following a single or repeated administration to rats or mice. *Xenobiotica* 2006; 36: 515-534.

50. Sandholm A, Emanuelsson BM, Klasson Wehler E. Bioavailability and half-life of decabromodiphenyl ether (BDE- 209) in rats. *Xenobiotica* 2003; 33: 1149–1158.
 51. Stapleton HM, Kelly SM, Pei R, Letcher R.J, Gunsch C. Metabolism of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) by human hepatocytes in vitro. *Environ. Health Perspect.* 2009; 117: 197– 202.
 52. Zhou, T. Effects of short-term in vivo exposure to polybrominated diphenyl ethers on thyroid hormones and hepatic enzyme activities in weanling rats. *Toxicol. Sci.* 2001; 61: 76–82.
 53. Zhou R. Study on the relation between iodine nutrition of pregnant women in different occasions and thyroid function of their neonates. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi* 2002; 23: 356–359.
 54. He P. PBDE-47-induced oxidative stress, DNA damage and apoptosis in primary cultured rat hippocampal neurons. *NeuroToxicology* 2008; 29 (1): 124–129.
 55. Beckman KB. The free radical theory of aging matures. *Physiol. Rev.* 1998, 78 (2), 547–581.
 56. Hwang ES, Kim GH. Biomarkers for oxidative stress status of DNA, lipids, and proteins in vitro and in vivo cancer research. *Toxicology* 2007; 229: 1–10.
 57. Hu XZ. Apoptosis induction on human hepatoma cells Hep G2 of decabrominated diphenyl ether (PBDE-209). *Toxicol. Lett.* 2007; 171: 19–28.
 58. Wang JJ. Cyto- and genotoxicity of ultrafine TiO₂ particles in cultured human lymphoblastoid cells. *Mutat. Res.* 2007; 628: 99–106.
 59. Kasai H. Analysis of a form of oxidative DNA damage, 8-hydroxy-2-deoxyguanosine, as a marker of cellular oxidative stress during carcinogenesis. *Mutat. Res. Genet. Toxicol. Environ. Mutagen.* 1997; 387 (3): 147–163.
 60. Main KM. Flame retardants in placenta and breast milk and cryptorchidism in newborn boys. *Environm Health Perspect.* 2007; 115: 1519- 1526.
 61. Chao HR. Levels of PBDEs in breast milk from central Taiwan and their relation to infant birth outcome and maternal menstruation effects. *Environ Int.* 2007; 33: 239-245.
 62. Akutsu K. Polybrominated diphenyl ethers in human serum and sperm quality. *Bull Environ Contam Toxicol.* 2008; 80: 345-350.
-

Revisiones

PBDEs exposure and biological effects on e-waste recycling workers: a systematic review

Efectos biológicos derivados de la exposición a PBDEs en trabajadores del reciclaje de e-waste: revisión sistemática

Paula Lechuga Vázquez¹, M.ª Luisa Paredes Rizo²

1. Hospital Universitario Marqués de Valdecilla. Unidad Docente de Medicina del Trabajo de Cantabria. España.

2. Hospital Clínico Universitario. Unidad Docente Multiprofesional de Castilla y León. Valladolid. España.

Recibido: 23-01-14

Aceptado: 17-07-14

Correspondence

Paula Lechuga Vázquez.

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales.

Hospital Universitario Marqués de Valdecilla.

Avda. Marqués de Valdecilla s/n

39008, Santander. Cantabria. Spain.

E-mail: paulalechuga@hotmail.com

This work has been developed under the Scientific Program from the National School of Occupational Medicine from the Institute of Health Carlos III, under an agreement with the Occupational Medicine Teaching Unit from Cantabria and the Multiprofessional Teaching Unit from Castilla-León.

Abstract

Introduction: PBDEs are potentially dangerous substances released during the e-waste recycling processes. Scientific evidence relates PBDEs with adverse health outcomes like cancer, endocrine disruptions and problems in the offspring. A high concentration of PBDEs has been found on biological samples (serum, hair, breast milk and umbilical cord) from exposed workers, so their exposure could imply a potential risk on workers health.

Aim: To summarize the evidence between exposure to PBDEs contained in e-waste and adverse health outcomes on recycling industry workers.

Materials and methods: A systematic review was done among the scientific literature published between 2003 and 2013 in seven data bases using Medical Subject Headings (MeSH) terms.

Results: 301 articles were evaluated and 20 were included in the review. 65% were from China, 80% had a cross-sectional design. We assessed evidence of association between exposure to e-waste and levels of PBDEs in several biological samples. Workers showed high levels in the DNA damage markers. The effects from the exposure to PBDEs on the thyroid function were not consistent.

Conclusions: Findings from most studies shows a correlation between the exposure to PBDEs and the alteration of the biological parameters on the recycling industry workers, but our ability to assess temporality associations was limited by the small number of prospective and longitudinal studies. Conventional industrial hygiene improvements in e-waste recycling facilities may reduce the exposure on workers to PBDEs.

Med Segur Trab (Internet) 2014; 60 (237) 714-741

Key words: PBDEs, e-waste, occupational exposure.

Este trabajo se ha desarrollado dentro del Programa Científico de la Escuela Nacional de Medicina del Trabajo del Instituto de Salud Carlos III en Convenio con la Unidad Docente de Medicina del Trabajo de Cantabria y la Unidad Docente Multiprofesional de Castilla-León.

Resumen

Introducción: Los PBDEs son sustancias potencialmente peligrosas liberadas del reciclaje de e-waste. La evidencia científica implica a los PBDEs en alteraciones en la salud como cáncer, alteraciones endocrinas y problemas en la descendencia. Se han encontrado elevadas concentraciones en muestras biológicas (suero, pelo, leche materna y cordón umbilical) de los trabajadores expuestos, por lo que su exposición implicaría un potencial riesgo para la salud para los trabajadores y su descendencia.

Objetivo: Identificar la evidencia existente entre exposición a PBDEs contenidos en e-waste y los daños sobre la salud en trabajadores de la industria del reciclaje.

Material y métodos: Se realizó una revisión sistemática de la literatura científica publicada entre 2003 y 2013, en siete bases de datos mediante términos MeSH. Las referencias se cribaron en función de los objetivos.

Resultados: Se recuperaron 301 artículos y se incluyeron en la revisión 20. El 65% fueron realizados en China, el 80% respondían a un diseño transversal. Los estudios evidencian una asociación entre exposición a PBDEs y los niveles de PBDEs en distintas muestras biológicas. Los trabajadores presentaron mayores niveles de marcadores de daño al DNA. Los efectos de la exposición a PBDEs sobre la función tiroidea no fueron consistentes.

Conclusiones: La literatura revisada evidencia una asociación entre exposición a PBDEs y alteración de parámetros biológicos en trabajadores de la industria del reciclaje. No puede establecerse una relación de causalidad por el tipo de diseño empleado. Los estudios de intervención evidencian la eficacia de las medidas de mejora para disminuir la exposición a PBDEs.

Med Segur Trab (Internet) 2014; 60 (237) 714-741

Palabras clave: PBDEs, basura electrónica, exposición ocupacional.

INTRODUCTION

E-Waste (electronic waste) or WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment –in Spanish: residuos de aparatos electrónicos) are terms used to refer to those electronic devices that are in the end of their useful life and are discarded, such as computers, televisions, mobile telephones or printers, all of them made of combinations of plastic and metals. The boom of technology makes people demand newer and more efficient devices, so the life of these products is becoming shorter. Between 20 and 50 tons of e-waste¹ are generated each year, which contain 182,000kg of PBDEs².

PBDEs (Polybrominated Diphenyl Ethers) are compounds widely produced and used since 1970, after the prohibition of PCBs as flame retardants. They are added to polymers in order to obtain fire-resistant materials. They are mainly used in thermoplastics to manufacture electronic products such as computer and television cases, electric components and cables. PBDEs are very stable and highly lipophilic compounds, so they can remain into the environment for a long time, with a high potential of long distance transportation and bioaccumulation in humans and other species.

PBDE's structure consists of two brominated aromatic rings bonded by other group. Each ring contains up to 5 brominated substitutes, from monobrominated to the decabrominated derivatives, reaching a total amount of 209 congeners.

Commercial PBDEs mixtures are obtained by mixing several congeners mainly from the following three types: pentaBDEs, octaBDEs and decaBDEs.

Stockholm Convention has listed penta-BDE and octa-BDE commercial mixtures as persistent organic pollutants (POP substances) due to their persistence, potential bioaccumulation and toxicity for fauna and human beings.

It has been proved that DecaBDE is degraded into other less brominated congeners (penta- and octa- BDE), which have more bioavailability, toxicity and persistency³ and for that reason is not a POP substance and, consequently, can be used as flame retardant.

European Union banned the use of penta- and octa-PBDE in August 2004⁴ and The Stockholm Convention listed them as POPs in May 2009⁵.

Deca-BDE was registered under the UE's REACH Regulation at the end of August 2010. It has been banned in Europe for electric and electronic devices⁶, although is allowed in textile, cars and construction (specific exemptions in Regulation (EU) 757/2010). In May 2013, Norway submitted a proposal to list Deca-BDE as a POP under the Stockholm Convention. The European Chemical Agency (ECHA) proposed in August a restriction for deca-BDE, which is expected to be submitted on the 1st of August 2014, although this would be the first step of a process that could last several years.

USA voluntarily stopped producing penta- and octa-BDEs in 2004. The main deca-BDE producers announced the end of production, import and sale by 31st December 2012⁷.

PBDEs will be in the flow of waste for many years as a consequence of the previous wide use on the production of electric and electronic devices and given their life cycle (with a 10 years half life in some cases). 50% to 80% of electronic waste is moved to recycling plants located in China, India, Pakistan, Vietnam or The Philippines, due to a cheaper labor cost and to the lack of specific regulations existing in these countries.

This is an important threaten for the occupational and environmental health, which is increased by the rudimentary recycling techniques frequently used, such as extraction of metals using open-air acid baths, removal of electronic components of circuit cards by heating them up over grills and opened air burning to recover metals^{8,9}. This is usually done in not fully prepared places (open-air or places without the proper ventilation) such as small family workshops, without enough and adequate protective equipments for workers. People working under rudimentary e-waste recycling techniques are particularly exposed to high levels of PBDEs.

Absorption can be caused by inhalation, dermal absorption or digestion (by ingestion of food)¹⁰. Many studies have found high levels of PBDEs on air, soil, vegetation, dust and food, showing that e-waste workers are highly exposed to toxics. Nevertheless, their presence in the environment cannot be directly associated to adverse effect on human health.

Population working in jobs related to e-waste recycling, had a higher frequency of adverse health effects. Some studies in animals suggest that high concentrations of PBDEs may cause alterations on health, such as cancer¹¹, delays on puberty¹², decrease in the number of spermatozoids¹³, fetal malformations¹⁴, endocrine disruption¹⁵, permanent defects on learning skills, memory and behavior changes^{16, 17}.

PBDEs have been detected in e-waste recycling workers and in residents of nearby areas. It is especially concerning that hundred thousands of children work and live at e-waste recycling places. PBDEs have also been found in breastmilk, placenta and hair of childbearing-aged women in Taizhou (Zhejiang, China) - an important recycling center¹⁹ and in blood samples from the umbilical cord of mother in Guiyu, showing that prenatal exposure to PBDEs may potentially affect newborns.

Occupational PBDE exposure is increasing due to the evolution of electronic market and the inadequate protective measures used in recycling activities.

The aim of this report is to provide an updated review of the evidence linking the exposure to PBDEs contained on e-waste and the different damages or effects on e-waste recycling workers.

MATERIAL AND METHODS

We searched seven of the main biomedical databases: Medline (through PudMed), LILACS, SciELO, SCOPUS, OSH Update, THE WEB OF KNOWLEDGE and The Cochrane Library.

In order to establish the search strategy, MeSH terms appearing on [table I](#) were used. We choose key words based on the following terms: “e-waste”, “PBDE”, “enfermedad profesional” and “exposición ocupacional”, with different combinations.

Table I. List of the search terms used in the different databases

DESCRIPTORS
E waste +occupational exposure + PBDES
(Electronic Waste) AND Occupational Exposure
Electronic waste
Electronic garbage
PBDE
Polibromodifeniléteres
Flame retardants
Waste AND Occupational diseases
E Waste
Flame retardants
Electronic waste
Electric waste
E- Waste AND Workers
WEEE
WEEE AND Polybrominated diphenyl ethers
WEEE AND PBDE
WEEE AND Occupational exposure
WEEE AND Occupational health

We then supplemented this material with reports from European and American occupational and health institutions: Occupational Safety and Health Administration (OSHA Europe), OSHA USA, International Labour Organization (ILO), Occupational Safety and Health Administration (NIOSH), Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSHT), international agencies (EPA, PNUMA, UNESCO) and other entities such as CNRCOP (Centro Nacional de Referencia sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes), BSEF (Bromine Science and Environmental Forum) and social agents such as Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS).

Full text articles obtained from the search strategy were included. Inclusion and exclusion criteria showed in Table II were applied to these articles.

Table II. Inclusion and exclusion criterias

Inclusion criteria	Exclusion criteria
<ul style="list-style-type: none"> • Original articles and articles following a systematic review methodology or meta-analysis addressed to the study of risks in the exposure to PBDES on e-waste recycling companies and possible alterations derived from this exposure. • Articles studying the exposure to PBDEs in locations close to e-waste recycling plants or electronic waste dumps. • Studies published in Spanish, English, French and Portuguese. 	<ul style="list-style-type: none"> • Duplicated articles. • Articles focused on environmental exposure. • Articles whose study aim was a waste different than PBDEs. • Exposure to PBDEs studied address solely to inhabitants outside work environment. • Articles studying the exposure to PBDEs derived from manufacturing processes. • Studies on environmental impact (plants, animals or in-vivo or in-vitro). • Articles whose study aim was the non-work related exposure to PBDEs on pregnant women and during breastfeeding period. • Articles studying work exposure to PBDEs in regular garbage dumps.

The level of evidence was established based on the criteria found on the Scottish Intercollegiate Guidelines (SIGN)²¹.

Titles of papers were studied, duplicates and obviously irrelevant references were eliminated, and the remaining abstracts were read independently by two researchers to decide on the papers to be retrieved. The remaining papers were evaluated and finally reviewed.

From each paper that was finally reviewed, we abstracted a standard set of information including: author and year of publication, publication reference, aim of the study, type of design, population and sample size, factor and effect variables, data recovery methods, bias control, epidemiologic markers, association measures, statistical tests, conclusions, limitations and knowledge advances. We summarized this information in one table.

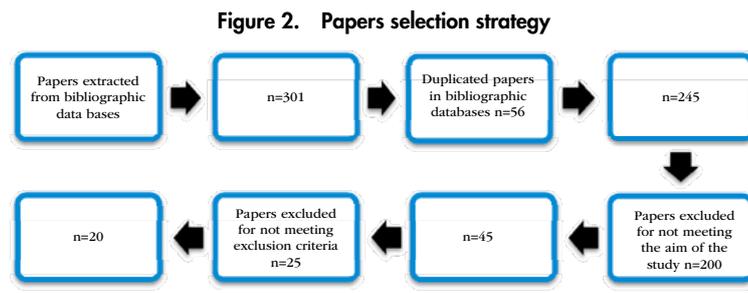
RESULTS

Beginning on the established search strategy, 301 references of published articles were extracted (Table III).

Table III. Search terms used in the different databases and number of articles extracted

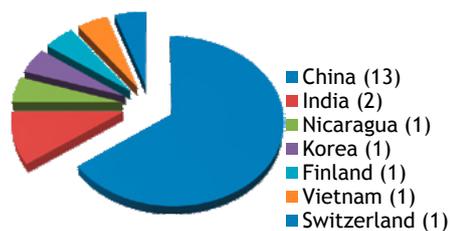
DATABASE	DESCRIPTORS	LIMITS	No. OF ARTICLES
MEDLINE	E waste +occupational exposure + PBDES	10 years	3
	Electronic waste and occupational exposure	10 years	33
LILACS	Electronic waste	10 years	1
	PBDE (Electronic waste) and (“Electronic waste”	10 years	2
	OR “Reciclagem” OR “halogenated pipheny ethers”	10 years	39
	OR “Flame retardants”		
WOK	e waste and occupational and pbdes Enquiry:Topic=(Occupational Exposure) and Topic=(Electronic Waste) and Topic=(polybrominated diphenyl ethers)	10 years	23
SCOPUS	e waste and occupational exposure and PBDEs	10 years	154
IBECS	PBDE	10 years	1
SCIELO	Flame retardants	10 years	1
OSH UPDATE	PBDE	10 years	44
TOTAL PAPERS			301

Once applying the above described filters and the inclusion and exclusion criteria, 20 articles were selected for full text review (Figure 2).

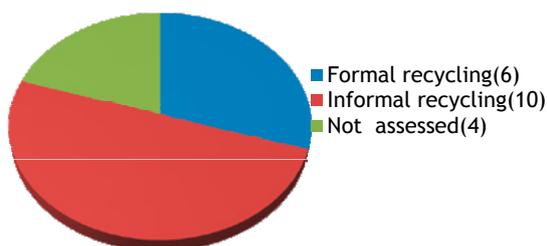


China is the country which holds the highest number of publications (n=13). Most of the reports were from informal e-waste recycling sector.

Graphic 1. Countries with publications on PBDEs



Graphic 2. Type of recycling



According to the type of design, the most prevalent studies were cross-sectional studies with control group (n=16). Also two cross sectional articles (without control group), two follow up studies, one evidence validation study and one systematic review were reviewed.

Most of articles studied PBDEs serum levels and congener patterns²²⁻²⁹ and PBDEs hair levels³⁰⁻³³ on e-waste recycling workers.

Four studies examined the association between e-waste exposure on workers and health outcomes, such as thyroid function³⁴⁻³⁶ or DNA oxidative damage markers (micronucleated binucleated cells in peripheral blood or 8-OHdG)^{31,36}.

We found four studies that researched the presence of PBDEs metabolites in blood^{22,24,25,37}

Two articles about the presence of PBDEs in breast milk^{19,38} and in placenta¹⁹ were reviewed. Two publications^{28,39} evaluated the impact of the improvement measure on industrial hygienic implemented in an e-waste company, measuring the changes in the levels of exposure and in the PBDEs congeners pattern.

The systematic review done by Grant, K., *et al.* (2013)⁴⁰ analyzes 23 epidemiologic cross-sectional studies from South Eastern China, following PRISMA guidelines. For studies reports the evidence for the association between the exposure to PBDEs in electronic waste processes and adverse health outcomes.

They recorded plausible outcomes associated with exposure to potentially dangerous substances as a consequence of informal destruction and recycling of e-waste.

Adverse health effects reported were changes on thyroid function, changes on cellular expression and function, reduced birthweights, changes in behavior and decreased lung function (Table IV).

In the two follow-up studies (Rosenberg C, 2011, and Thuresson K, 2006), assess the impact of work environment changes on the PBDEs occupational exposure (Table IV).

Table IV. Main systematic review characteristics, intervention essays and evidence assessment study

Author/Year	Title	Type of Study	Sample size	Confounding factor control	Results	SIGN evidence level
Grant K. ⁴⁰ 2013	Health consequences of exposure to e-waste: a systematic review	Systematic review following PRISMA guide	n=23	(+)	Exposure to PBDEs 1-Levels registered in population in e-waste areas: In China; Guiyu – Blood: Range 77-8452 ng/g l.w.(lipid weight), umbilical cord blood: Range 1.14-504.97 ng/g pl, BDE 209 in blood: max 3100 ng/g l.w. Taizhou – Breast milk: Range 8.89-457 ng/g l.w, Placenta: Range 1.28-72.1 ng/g l.w., Hair: Range 8.47-486 ng/g d.w. Guangdong – BDE 209 blood: max 3436 ng/g l.w. In Korea: Seoul – Blood: Range 8.61-46.05 ng/g p.l. 2-Effects on health and alteration of action mechanisms: Potential carcinogenic, genotoxic, endocrine disruptor, DM type 2, metabolic Sd, low weight at birth, psychomotor and mental alteration, neuroconductual alteration, infertility	2++
Thuresson K. ²⁸ 2006	Polybrominated diphenil ether exposure to electronics recycling workers: A follow up study	Intervention essay	Cross-sectional study: n=19 (before improvement measures) y n=27 (after improvement measures). Longitudinal study: n=12	(-)	Significant reduction of the most abundant PBDEs after improvement measures: BDE 183 (p 0,05) and BDE 209(p<0,001). Concentrations of BDE47 (p<0,25) and BDE153 (p<0,25) did not vary significantly. Octa and Nona BDE (determined in 2000) presented higher concentrations than the referenced group.	1-
Rosenberg, C. ³⁹ 2011	Exposure to flame retardants in electronics recycling sites	Intervention essay	n=34	(-)	1- Air concentrations of PBDEs (ng/m3) Σ PBDES 2008 A: Median=295, Range (17-500) vs B: 2000 range (450-5200) vs C: 42 Range (4,6-58) vs D: 31 range (26-62) Σ PBDES 2009 A: Median =65, range (42-360) vs B: 630 range (240-3200) vs C: 28 range (18-66) vs D: 10 range (6,8-51) 2-Concentrations of PBDEs congeners. The pattern was similar in A, B and D, with a mean of BDE 209 of 81% in 2008 and 91 % in 2009 of the total PBDEs. The pattern differed in site C, BDE 209 was 66% (2008) and 62 % (2009)	1-

Author/Year	Title	Type of Study	Sample size	Confounding factor control	Results	SIGN evidence level
Zheng J ³³ . 2011	Levels and sources of brominated flame retardants in human hair from urban, e-waste, and rural areas in South China	Validation study	n=173	(-)	Median PBDE (in dust): E-waste workers 11500 ng/g (2700-28000) vs Non-occupational exposure 1900 ng/g (825-5890) vs Urban population 5210(540-41400) vs rural population 836(251-1890) Median PBDE(in hair): E-waste workers 126 ng/g (12,4-845) vs Non-occupational exposure 43,2 ng/g (7,40-219) vs urban areas residents 16,55 ng/g (4,17-69,5) vs rural areas residents 9,95 ng/g(2,55-75,2) Correlation between human hair and dust for PBDEs: r 0,23 (p 0,77). Median BDE209 in hair (e-waste workers vs urban population: 41,6 vs 9,42.	3

Rosenberg C. *et al.* (2011)³⁹ evaluated the concentration of PBDEs on air using portable auto samplers on workers in different areas of a recycling plant in Finland in 2008 and after intervention in 2009. Zone A: plastic fractions grinding n=6 in 2008 and n=6 in 2009. Zone B: separation of materials with laser techniques and mechanic separation of metals n=7 in 2008 and n=5 in 2009. Zone C: manual dismantling and classification of waste and selective destruction of dangerous and valuable components n=5 in 2008 and n=4 in 2009. Zone D: batteries and dry accumulators by means of a dry and closed process of product grinding n=6 in 2008 and n=6 in 2009.

Dust samples were collected in the four areas and 46 air samples were taken with portable auto samplers during the first and second day, after the weekend and for a period of 191 to 408 minutes, in order to analyze the presence of PBDEs.

Industrial hygiene measures implemented were: improvements in ventilation systems by installing filters in the air pipes in order to prevent polluted air recirculate in working areas; in one of the areas a floor covering was installed in order to facilitate the cleaning and the cleaning service was intensified; a new grinding machine was installed, thus reducing the amount of dust released by this process and four of the workers used air purifiers breathing protection equipments.

After all these improvements, reduction in PBDE levels and deca-BDE 209 on air in all the recycling areas was observed. Congeners pattern was similar in areas A, B and D, where BDE 209 represents an average of 81% in 2008 and 91% in 2009 of the total PBDEs. In area C, BDE 209 was 66% (2008) and 62% (2009) of the total concentration of PBDEs.

Thuresson, K. *et al.* (2006)²⁸ evaluated the impact of industrial hygiene improvements on the occupational exposure in an e-waste recycling company in Switzerland. The shredder (considered the main PBDEs polluting focus) located in the dismantling room was placed outside the building. A specific ventilation system was installed, forcing the airflow from ceiling to floor in order to remove particles and dust from the air. Brooms were replaced by vacuum cleaners and the surface of working benches began to be cleaned with wet rags. All the improvement measures were totally installed by November 1999.

In 1997, a sample of 19 workers was studied and in 2000, once all the improvement measures were installed, 27 workers were studied. Those workers were classified in two groups: "Blue collar workers" (waste dismantling workers) and "White collar workers" (office workers separated from the dismantling area). A control group of 17 workers from an abattoir in the South of Sweden with little or no computer contact was established.

Non-parametric test were used for comparisons (Wilcoxon, U- Mann Whitney, Spearman). Bias control and confounding variables were not detailed. Samples were analyzed in two different laboratories.

Results show that, BDE 183 ($p < 0,05$) and BDE 209 ($p < 0,001$) serum levels have a significant reduction after the adoption of industrial hygiene improvements. Nevertheless, BDE 47 ($p > 0,25$) and BDE153 ($p > 0,25$) did not have a significantly reduction before and after the intervention, noticing a significant increase of BDE 153 in intra individual comparisons.

Octa- and nona-BDE levels in serum measured after the changes implemented in the company were significantly higher ($p < 0.01$) than those obtained in the control group.

Zheng J *et al.* (2011)³³ studied PBDE levels and congener profiles in hair and dust in order to find out if dust was the main exposure route and to validate hair as specimen to evaluate the exposure to PBDEs (Table IV).

Two groups involved in e-waste dismantling were randomly chosen as exposure groups: First group was formed by 30 occupationally exposed e-waste recycling workers and the second group by 82 non-occupational exposed residents wich live in an e-waste recycling area. As control group, 29 urban residents and 32 rural residents were selected.

Socio-demographic information was collected through a questionnaire. Inclusion and exclusion criteria were not described enough.

Statistical analyses included ANOVA and Pearson correlation test.

PBDEs hair levels and PBDEs levels of dust collected in workshops were higher on e-waste workers than on the other groups. BDE209 was the most abundant congener for all samples, although highest levels were found on e-waste recycling workers.

No correlation was found between levels on dust and hair ($r=0,23$; $p=0,77$). Occupational exposure has a positive correlation with hair PBDEs levels. Congener profile on hair is different than one on dust.

Table V summarizes the results of the analyzed studies following a cross-sectional design.

Table V. Main characteristics of cross-sectional studies analyzed in our review

Author/Year	Title	Type of Study	Sample size	Confounding factor control	Results	SIGN evidence level
Kim B.H. ²⁶ 2005	Concentrations of polybrominated diphenyl ethers, polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans, and polychlorinated biphenyls in human blood samples from Korea	Cross-sectional with control group.	n=35	(-)	1-PBDEs levels (median): Exposed 19,33(8,61-46,05 ng/g l.w.) vs non-exposed 17,16 (8,53-28,9 ng/g l.w). For men and 13,32(7,24-20,00 ng/g l.w.) for women (p<0,05 e IC 95%) 2-BDE 47 is the most frequent congener: 33% of the total concentration of PBDEs. Correlation (r= 0,912, p<0,05) 3-BDE -183 (median): Exposed workers 4,12 (0,13-0,59 ng/g l.w.) vs non-exposed men 2,04 (0,51-4,86 ng/g l.w.) and non-exposed women 2,10 (0,59-5,85 ng/g l.w.) (p = 0,01) 4-No correlation between concentration of PBDEs and age (r = 0,002, p ≤0,05) or BMI (r = 0,086, p ≤ 0,05)	3
Bi, X. ²³ 2007	Exposure of electronics dismantling workers to polybrominated diphenyl ethers, polychlorinated biphenyls, and organochlorine pesticides in South China	Cross-sectional with control group.	n=47	(-)	Σ PBDEs exposed: Median 600 ng/g lipidic weight (140-8500) vs non-exposed 170 ng/g (16-490) Concentration BDE-209: Median exposed 600 ng/g l.w. (range 340-3100) vs non-exposed 86 ng/g l.w. (scope 170-490). Concentration BDE 197(octa): Median 27 vs 8,3 ng/g.l.w BDE-207 (nona): Median 73 vs 43 ng/g.l.w	3
Qu W. ²⁷ 2007	Exposure to polybrominated diphenyl ethers among workers at an electronic waste dismantling region in Guangdong, China	Cross-sectional with control group.	n=55	(-)	Mean BDE-209: Workers 83,5 ng g ⁻¹ lw (Non-detected -3436) vs residents 18,5 (Non-detected-377) vs control 5,7 (Non-detected -63,2). Percentage of BDE209 in each group: 75, 75,6 y 55,5%, respectively.	3

Author/Year	Title	Type of Study	Sample size	Confounding factor control	Results	SIGN evidence level
Athanasiadou, M. ²² 2008	Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and bioaccumulative hydroxylated PBDE metabolites in young humans from Managua, Nicaragua	Cross-sectional with control group.	n=162 children n=32 women	(+)	Concentrations of PBDEs (pmol/g p.l.): (Median; sample 1 and sample 2) Group 1 ΣPBDE 1250/1160 and Group 2 ΣPBDE 144/145 vs Group 3 ΣPBDE 72/60 Group 4 ΣPBDE 30/42 vs group 5 ΣPBDE 40/40 Concentrations of OH-PBDES (pmol/g l.w.): Group 1 ΣOH-PBDE 120/100 and Group 2 ΣOH-PBDE 11 vs Group 3 ΣOH-PBDE 5,6 and Group 4 ΣOH-PBDE 1 vs Group 5 ΣOH-PBDE 3,4 In women: Group C ΣPBDE 142 vs Group D ΣPBDE 114/135 vs Group A ΣPBDE 47 and Group B ΣPBDE 31 (pmol/g l.w.)	3
Wen S. ³¹ 2008	Elevated levels of urinary 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine in male electrical and electronic equipment dismantling workers exposed to high concentrations of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans, polybrominated diphenyl ethers, and polychlorinated biphenyls.	Cross-sectional	n=64	(-)	8- OH dG urine levels: Pre & postworkshift (6,40± 1,64 vs 24,55 ±5,96 mmol/mol creatinine), p<0,05. Concentration of PBDEs in dust: (27,5±5,8) x 10 ⁶ Concentration of PBDEs in hair: (870.8±205,4)x 10 ⁶ pg/g dw	3
Yuan J. ³⁶ 2008	Elevated serum polybrominated diphenyl ethers and thyroid-stimulating hormone associated with lymphocytic micronuclei in Chinese workers from an e-waste dismantling site	Cross-sectional with control group.	n=49	(-)	PBDE (in serum): Median; 382 vs 158 ng/g l.w. (p 0,045). TSH (Serum): 1,7 microIU/mL vs 1.1 mIU/L (p<0,01). Binucleated cells: 5‰ (range 0-96‰) vs 0,00‰ (range 0-5‰), p<0,01. 8-OHdG urinary: 156,3 mmol/ creatinine mol (13,52-733,70) vs 82,06 (6,54-1057,03) with p>0,05	3

Author/Year	Title	Type of Study	Sample size	Confounding factor control	Results	SIGN evidence level
Zhao G. ³² 2008	PBBs, PBDEs, and PCBs levels in hair of residents around e-waste disassembly sites in Zhejiang Province, China, and their potential sources	Cross-sectional with control group.	total n=58	(-)	1-Electronic samples (stuffing powder) ΣPBDES 29,71 ng g ⁻¹ dw and PBDE 209: 4,19 x 10 ³ ng g ⁻¹ dw (dry weight) 2-Concentrations of PBDEs in soil samples ΣPBDES (median): Exposed area 42,42 vs non-exposed area 3,32 ng g ⁻¹ dw. BDE 209 (mean): 192,38 ng g ⁻¹ dw vs (undetectable) 3-Concentrations of PBDEs in hair samples: ΣPBDES in exposed (mean) A: 29,64 ng g ⁻¹ , vs B: 7,41 ng g ⁻¹ vs C: 4,73 ng g ⁻¹ dw vs D: 11,10 ng g ⁻¹ dw vs E (control area) 4,49 ng g ⁻¹ dw Concentrations of PBDE209 in B,C and D with means of 10,8; 5,42; 3,10; vs A and E undetectable.	2-
Eguchi, A. ²⁴ 2010	Organohalogen and metabolite contaminants in human serum samples from Indian E-waste recycling workers.	Cross-sectional with control group.	n=10	(-)	1-Mean concentrations of total PBDEs were 240 pg /g in workers vs 100 pg / g in the control group p<0,05 2-Mean concentrations of total OH-PBDEwre 1.5 pg/g in workers vs 25 pg / g in the control group p<0,05 3-MeO- PBDE (median): Control group 8,4 pg/g vs exposure group (undetectable, except for one sample 0,97 pg/g)	3
Leung A. ¹⁹ 2010	Body burdens of polybrominated diphenyl ethers in childbearing-aged women at an intensive electronic-waste recycling site in China.	Cross-sectional with control group.	n=10	(-)	Levels of PBDEs in women living in the e-waste area vs control group (mean): Breast milk 117±191(8,89-457) vs 2,06±0,94(1,00-3,56)ng/g fat; placenta 19,5±29,9(1,28-72,1) vs 1,02±0,36(0,59-1,42) ng/g fat, hair 110±210(8,47-486) vs 3,57±2,03(1,56-5,61) ng/g fat. Positive association between body burden of PBDEs and fish and seafood consumption	3

Author/Year	Title	Type of Study	Sample size	Confounding factor control	Results	SIGN evidence level
Tue.N.M. ³⁸ 2010	Accumulation of polychlorinated biphenyls and brominated flame retardants in breast milk from women living in Vietnamese e-waste recycling sites	Cross-sectional with control group.	n=33	(+)	1. Σ PBDEs(ng g ⁻¹ l.w) in breast milk (median): Zone 4: 0,73 (0,26-1,1) and zone 1: 0,57(0,24-0,8) vs zone 2: 2,3(0,55-13) vs zone 3: 84(20-250) p<0,05 (Σ PBDEs(ng g ⁻¹ l.w) zone 3 A: 84(20-250) vs zone 3 B:3,2 (2,0-4,0)) 2-BDE 47 (median): zone 4: 0.13 (0.070-0.25) vs zona1: 0.097 (0.041-0.20) vs zone 2: 0.40(0.11-1.8) vs zona 3B: 0.81(0.63-1.0) vs zone 3A: 4.8 (3.5-32) BDE -153 Zone 4: 0.098(0.062-0.14) vs zone 1: 0.10 (0.061-0.25) vs zone 2: 0.40 (0.021-1.5) vs zone 3(non-occupational exposure): 0.65 (0.27-1.0) vs zone 3(occupational exposure) 4,4 (2,1-23) BDE-209 zone 4: ND vs zone 1: 0.17 (0.069-0.50) vs zone 2: 0.42 (0.12-7.3) vs zone 3B: 0.11(n.d.-0.16)vs zone 3 A: 4.1(0.87-96)	3
Wang H. ³⁷ 2010	Examining the relationship between Brominated flame retardants (BFR) exposure and changes of thyroid hormone levels around E-Waste dismantling sites.	Cross-sectional with control group.	n=442	(+)	Occupational exposure group vs control group: lower TSH (1,26 vs 1,57 Micro IU/ml), T3 (1,06 ng/ml vs 1,18 ng/ml), and T3 libre (2,72 vs 2,86 pmol/L).All p<0,001. No differences in T4. Levels of PBDEs in occupational exposure groups vs control group: 189.79 vs 122,37 ng/g lipid weight.	3
Yu Z. ³⁷ 2010	Identification of hydroxylated octa- and nona-bromodiphenyl ethers in human serum from electronic waste dismantling workers	Case serie	n=6	(-)	Isolated in serum samples: 6-OH-BDE199, 6-OH-BDE196 and 6-OH-BDE206.	3
Han G. ³⁴ 2011	Correlations of PCBs, DIOXIN, and PBDE with TSH in Children's Blood in Areas of Computer E-waste Recycling*	Cross-sectional with control group.	n= 369	(+)	1-Total concentration of PBDE: Exposed 664,28 ± 262,38 ng / g vs control group (375,81 ± 262,43 ng / g 3-Levels TSH: Exposed 1,88 ± 0,42 UI / mL vs control 3,31 ± 1,04 UI / mL, 2- PBDE and TSH: Positive correlation (exposed area 0.39 vs control area 0.783)	3

Author/Year	Title	Type of Study	Sample size	Confounding factor control	Results	SIGN evidence level
Ma J. ³⁰ 2011	Elevated concentrations of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and polychlorinated and polybrominated diphenyl ethers in hair from workers at an electronic waste recycling facility in Eastern China.	Cross-sectional with control group.	n=38	(-)	Mean PBDEs: 157 (21,5-1020) vs 40,3 (12,6- 127) ng/g dw. Mean BDE 209: 132(6,52-963) vs 19,3 (4,47-74,8). Mean BDE 47: 11,4 (ND-29,7) vs 15,0 (2,70- 32,6)	3
Eguchi A. ²⁵ 2012	Different profiles of anthropogenic and naturally produced organohalogen compounds in serum from residents living near a coastal area and e-waste recycling workers in India	Cross-sectional with control group.	n=45	(-)	Mean of PBDE (in serum): 340 vs 330 pg g ⁻¹ w.w., p<0,05. Octa to Nona-BDE (in blood): Mean 47 pg g vs 27 pg g ⁻¹ w.w., (p<0,05). OH-PBDEs (blood): 16 vs 35 pg g ⁻¹ w.w., (p<0,05) MeO-PBDEs (in blood): 0,92 vs 7,7 pg g ⁻¹ w.w. MeO- PBDEs (Marine fish vs sweet water fish): 8,7 vs 0,54 ng g ⁻¹ lw (p <0,05)	3
Yang Q. ²⁹ 2013	Exposure to typical persistent organic pollutants from an electronic waste recycling site in Northern China	Cross-sectional with control group.	n=56	(+)	PBDEs in this study are grouped in three categories according to the main congeners of the commercial compounds Penta-, Octa- and Deca BDE, respectively. Median in the exposure group was 5,73 (1.80-12.3), 2.67 (1.77-4.21) y 12.3(7.49-17.2) ng/g lipid weight, respectively. And in the control group: 5.87(0.64-25.9), 0.97(0.59-1.52) and 5.77(4.10-8.18) ng/g lipid weight.	3

Kim B-H *et al.* (2005)²⁶, a cross-sectional study with reference group, studied PBDEs levels and congeners on 13 workers serum samples from an e-waste incineration plant in Seoul, Korea, with a reference group of 22 people.

PBDEs levels in the exposed population were significantly higher than in the reference group ($p < 0.05$). BDE 183 was significantly higher on workers than in general population ($p = 0.01$). No significant correlation between the concentration of PBDEs and age was found, although it was found between PBDEs and BMI. The study uses Principal Component Analysis (PCA) and the t-Student test.

Confounding variables and bias control is not properly described in the article.

With similar design, a cross-sectional study with control group, Bi X *et al.* (2007)²³ studied PBDEs exposure and health outcomes in China. They measure the concentrations and congeners profile on 26 serum samples from e-waste workers (Guiyu) and a control group formed by 21 people (Haojiang). Members of both samples were volunteers aged 18 to 81, 64% women and 36% men.

Confounding variables and bias control is not properly described. In the statistical analysis, Pearson correlation coefficient and U-Mann-Whitney were used.

PBDEs levels were three fold higher on occupational exposed group than in control group, difference which was statistically significant ($p < 0.00$). No correlation was found between PBDEs serum levels and age. In the control group, no correlation between highly brominated PBDE congeners (BDE -197, -207, -209) and age was found.

They concluded that concentrations of PBDEs and highly brominated PBDEs detected on the exposed workers group in Guiyu were higher than those reported in European and American cities. Levels of PBDEs in the control group are possibly due to the recycling activity in Guiyu as a result of the atmospheric transport.

Qu W *et al.* (2007)²⁷ prepared a cross-sectional study with reference group. They investigate the association between the exposure to PBDEs on e-waste dismantling workers and the concentration of PBDEs in blood. Two exposure groups formed by volunteers were studied.

The first group was formed by 20 e-waste dismantling workers and the second group (non occupational) was formed by 15 farmers living 50km away from the dismantling region. The control group was formed by 20 women from a city in the South of China.

Levels of PBDEs on e-waste workers for significantly higher ($p < 0.05$) than those on the other two groups, especially the levels of highly brominated congeners (hepta- to deca-BDEs), which were 11 to 20 times higher, but no for BDE-196, 203 and 206. In all groups, BDE 209 was the dominant congener. No correlation was found between serum levels of PBDEs and age, height or weight.

These results concluded that work exposure to PBDEs is associated with high levels of PBDEs in blood, especially for highly brominated congeners.

The cross-sectional study (with control group) of Athanasiadou, M. *et al.* (2008)²² examined PBDEs levels, congeners pattern and the presence of hydroxylated metabolites (OH-PBDEs) in serum samples on 162 garbage dump working children in Nicaragua. The sample was stratified in 5 groups, according to labour experience on dumps, place of residence and fish consumption: two groups with 64 children with occupational exposure (groups 1 and 2), two groups with 80 children with non-occupational exposure (groups 3 and 4) and a control group with 18 children (group 5), located in an area at 20 km.

The study included 32 women divided in four groups depending on the residence area (rural-fishing area –groups A and B– and urban area –groups C and D). The aim of the study was explore an association between PBDEs serum levels and fish consumption.

Confounding variables and bias were controlled by structured interviews, taking socio-demographic information, age, gender, fish consumption, place of residence, dietetic habits, work history and economic and cultural level. Statistical analysis was not described.

Ten PBDEs congeners were quantified. BDE-47 was the dominant congener and BDE-209 the less frequent. Occupational exposed children had higher serum levels of PBDEs and OH-PBDE metabolites than other groups. Women with low fish consumption had higher PBDEs levels than those living in fishing areas and consuming more fish.

Those authors found, PBDEs hydroxylated metabolites bioaccumulated in human serum. They finally concluded that serum levels of PBDEs and OH-PBDEs metabolites in occupational exposure children were significantly higher than those in serum samples from children living in urban areas (although they have high levels in serum, as well). It indicates that dust would be an important source of exposure to PBDEs in this populated area.

The oxidative damage to DNA has been studied by Wen S. *et al.* (2008)³¹ in a randomized cross-sectional study. Their aim was investigate the association between occupational exposure to PBDEs and oxidative damage to DNA, by measuring the levels of 8-OHdG (8-hydroxy-2-desoxyguanosine) in urine. 64 men aged 18 to 60 working for at least one year in two different industries devoted to e-waste dismantling were recruited.

64 urine and hair samples, pre and post work exposure, and 3 environmental samples of dust in workshops were analyzed.

Levels of 8OHdG in urine were higher ($p < 0.05$) at the end of the working day than at the beginning. The more abundant PBDEs congeners were PBDE209 > 47 > 99 > 183 > 153, being deca-BDE the most abundant in all the samples (48.5-81.9%).

The aim of Yuan J *et al.* (2008)³⁶ was to analyze, by a cross-sectional study with control group, the association between the exposure to e-waste and thyroid alterations as possible inductors of genotoxic damage estimated through the measurement of micronucleated binucleated cells. They also determined the levels of 8-OHdG in urine, as biomarker of oxidative stress in exposed workers.

23 informal recycling workers with exposure to PBDEs were selected and a control group formed by 26 farmers.

The levels of workers PBDEs and TSH in serum were significantly higher than in the control group, with $p < 0.045$ y $p < 0.01$, respectively. Nevertheless, no significant differences were observed on the levels of urinary 8-OHdG in both groups. The authors state that this can be due to the study's low statistic power. The results show that working with e-waste is associated to high levels of TSH and higher presence of micronucleated binucleated cells.

Working with e-waste turned out to be a predictable variable of the concentration of TSH (OR 28, 95%, CI 5.90-132.83; $p < 0.000$).

They reject the existence of association between PBDEs and oxidative stress. Methodologically, bias study and confounding factors is appropriate. The statistical analysis used t-Student, Pearson and U Mann-Whitney tests.

In other cross section study with control group, Zhao G. & col (2008)³² explored the exposure to PBDEs in e-waste recycling areas, studying the levels of congeners and OBDEs in hair samples of 44 workers implied in very rudimentary recycling processes, taking as control group 4 residents, from five different areas. Six soil samples were collected coming from 4 recycling activity areas, 3 soil samples from the control area and one e-waste sample (formed by cable coating, stuffing powder and chipped circuit boards).

These measures detected high levels of PBDE and BDE 209 (BDE 209 was the most often found congener) in all electronic waste samples, but specially in stuffing powder.

PBDEs concentrations on soil were significantly higher in e-waste areas than in the control areas.

Levels of PBDEs in hair samples were significantly higher in the exposed areas than in control areas ($p < 0.05$).

The general conclusion was that the average levels of PBDEs measured in the hair samples were coherent with the ones detected in the soil.

Confounding variables and bias controls are not well described. For statistic analysis they use the non-parametric U-Mann Whitney test.

Eguchi A. *et al.* (2010)²⁴ studied the presence of PBDEs' OH-BDE hidroxilated metabolites in serum on 5 e-waste recycling workers in India, aged 26 to 33, compared to a control group formed by 5 rural area inhabitants, aged 25 to 35.

Confounding variables and bias controls are not well described, as well as the statistic study.

Results showed that concentrations of PBDEs and BDE 209 in exposed workers were higher, although they were significantly higher only for BDE 209. The OH-PBDEs in the control group were significantly higher ($p < 0.05$) than in the exposed workers.

BDE 209 was the dominant congener in all the samples.

The effect of the exposure to PBDEs on reproductive health is studied by Leung A. *et al.* (2010)¹⁹, who investigated the levels and pattern of PBDEs congeners in samples belonging to three types of specimens (breast milk, placenta and hair) from pregnant women and the potential risks on their children's health.

The exposure group was formed by 5 pregnant women living in Taizhou (e-waste recycling area), one of them working in the recycling industry. Participants were randomly selected. The control group was formed by 5 women living in a place located 245 km away from Taizhou.

Sociodemographic information, eating habits and over exposure to other substances were collected by means of a questionnaire.

X², ANOVA, U-Mann-Whitney and Spearman correlations tests were used for the statistic analysis. Confounding variables control is not properly defined in the article.

Concentrations of PBDEs in the three samples (breast milk, placenta and hair) in the group of women living in the recycling area were much higher than those in the non-exposed group ($p < 0.05$), specially in hair and breast milk.

Women working in the e-waste recycling had the second highest level of PBDEs.

There was a positive correlation between the concentrations of total PBDEs and low brominated PBDEs in the different types of samples gathered from the exposure group: hair and breast milk ($r = 0.998$, $p < 0.0001$), hair and placenta ($r = 0.995$, $p < 0.0001$) and breast milk and placenta ($r = 0.999$ y $p < 0.0001$). The congeners profile was the same in all samples. The dominant congener was BDE47.

A positive correlation was also found between body burden of PBDEs in women living in the e-waste recycling area and animal-origin food consumption (especially fish and seafood).

The estimated daily intake of PBDEs of a 6-month-old breastfed infant living in the e-waste recycling area was 572+839 ng/kg body wt/day.

Concentrations of PBDEs in breast milk is studied by Tue, N.M. *et al.* (2010)³⁸ through a cross-sectional study with control group. They compared the exposure to PBDEs in women with levels of PBDEs in women breast milk (working or not) living in three places dedicated to electronic waste recycling: site 1 (batteries recycling), sites 2 and 3 (e-waste dismantling) and site 4 (typical urban area).

A questionnaire was conducted in 2007 to obtain information about sociodemographic variables (age, height, weight, number of childbirths, length of rest periods, occupation (working or not in the recycling industry), period of participation on recycling activities and food habits. These variables were statistically analyzed through the analysis of main components and multiple linear regression analysis. Data were transformed in order to achieve a normal distribution. Wilcoxon test was also used.

Levels of PBDEs in the e-waste recycling areas were significantly higher than in the batteries recycling area and in the control group. Congener profile was very similar in sites 1 and 2, with high levels of octa-, nona- and deca-BDE. Concentrations of BDE 209 were 50%. The profile of PBDEs was different in the reference area, where low brominated congeners were predominant, such as BDE-47 and BDE-153. BDE-209 was undetectable. There was a significantly correlation between levels of PBDEs and the development of recycling activities.

Wang H. *et al.* (2010)³⁵ studied with a cross-sectional design with control group, the effect of PBDEs released during e-waste recycling activities on the thyroid function. Three groups of workers were selected, each one with a different type of exposure. The first group (occupational exposure) was formed by 236 e-waste workers living in three different sites and randomly selected. The second group (non-occupational exposure) was formed by 89 people living around recycling sites. The control group was formed by 117 people working in a green plantation town.

Socio-demographic and health information were self reported by each participant.

TSH levels were significantly lower ($p < 0.001$) in the e-waste workers group than in the non-exposed group. Nevertheless, no differences were found between e-waste workers and the people living around the recycling plants.

Age, race or smoking were not associated ($p > 0.05$) with thyroid hormones levels. There was a strong positive correlation between levels of BDE126 and T4 concentrations ($\beta = 0.25$, $SE = 0.10$, $p = 0.0181$) and BDE 205 and T4 ($\beta = 3.27$, $S = 0.97$, $p = 0.001$).

Authors also found that factors such as duration of exposure time, years of occupational dismantling and occupational mode of incineration had a strong positive correlation with the levels of PBDE ($p < 0.01$). The respiratory protection presented a negative correlation ($p < 0.05$) with the levels of PBDEs.

Methodologically, two independent sample-t-tests, covariance analyses were and linear regression analysis. Possible confounding factors, such as total lipids in plasma, sex, alcohol intake and age, were monitored.

Yu Z *et al.* (2010)³⁷ studied the presence of OH-PBDEs in blood of six e-waste dismantling workers as a possible indicator of highly brominated PBDEs metabolism.

The results identify 6-OH-BDE199, 6-OH-BDE196 and 6-OH-BDE206 in blood samples, concluding that highly brominated PBDEs can be oxidatively metabolized in OH-octa-BDE and OH-nona-BDE in human serum following a continuous long-term exposure to high concentrations of BDE-209.

There were no bias control measures or confounding potential variables described. Inclusion and exclusion criteria were not either detailed.

The association between exposure to PBDEs and levels of thyroid hormones is studied by Han G *et al.* (2011)³⁴ through a cross-sectional study with control group. A sample of 195 children with non-occupational exposure was collected from a site close to an e-waste recycling area and 174 children as control group from a further location.

It was statistically analyzed through a comparison of averages, using T-Student and linear regression tests

Levels of PBDEs of the exposed children were significantly higher than in the control group. In both groups a positive correlation between the concentration of PBDEs and the

levels of TSH was found, being significantly higher in the control group. The health of children in the control area was better than in the polluted area, because PBDEs lead to increase the concentrations of these substances in serum, affecting the levels of thyroid hormones in children.

The link between occupational exposure to PCDD/Fs and PBDEs and the levels of these substances in hair was studied by Ma J *et al.* (2011)³⁰ by means of cross-sectional study with control group. Hair samples collected from 27 e-waste recycling workers were analyzed, all of them working in the industry for more than one year. The control group was formed by 27 people living in Shanghai, with no occupational exposure.

The information about their work history, health and hair characteristics (color, treatments) was surveyed.

Concentrations of PBDEs in e-waste recycling workers hair were three times higher than in the control group. The dominant congener in hair samples for both groups was PBDE 209. The control group had higher levels of BDE47 than the reference group.

An association was found between the congeners profile in hair and the congeners profile in the atmosphere within the recycling plant premises, concluding that hair samples could show exposures to PBDEs released from e-waste recycling operations.

Presence of metabolites of PBDEs is studied by Eguchi A *et al.* (2012)²⁵ through a cross-sectional design. They assessed the link between the exposure to PBDEs in e-waste recycling workers and levels of PBDEs and their metabolites (MeO-PBDEs -methoxylated PBDEs- and OH-PBDEs) in blood. They also analyzed the concentration of MeO-PBDEs in fish samples from marine and freshwater environments in order to find a potential association between fish intake and levels of MeO-PBDEs in blood.

Serum samples were collected from 25 e-waste recycling workers and 20 residents near a coastal area. By means of a personal interview they gathered the demographic information and everything related to their health and homes.

Concentrations of OH-PBDE and MeO-PBDE in serum from residents living near the coastal area were significantly higher ($p < 0.05$) than those in serum from e-waste recycling workers. Nevertheless, concentrations of octa- to nona-BDEs and octa-brominated OH-PBDEs were significantly higher in e-waste recycling workers than those in coastal population ($p < 0.05$).

Concentrations of MeO-PBDEs in marine fish were significantly higher than those in freshwater fish ($p < 0.05$). BDE-209 was the dominant congener identified in all samples (80%).

The result of the study shows that there is an association between occupational exposure and levels of PBDEs in blood, while higher levels of OH-PBDEs and MeO-PBDEs in the coastal population would be due to higher fish consumption.

Statistically, non parametric tests of association were used. Inclusion and exclusion criteria, together with bias control, are not described enough.

Yang Q. *et al.* (2013)²⁹ investigate levels of exposure to typical pollutants relates to e-waste dismantling and recycling processes, including PBDEs by measuring their concentrations in serum samples of a population (e-waste workers and local residents).

It is a cross-sectional study with two exposure groups and a control group. The first one was formed by 17 occupational exposed workers at a small dismantling workshops with rudimentary techniques. The second group included 18 local residents. The control group was formed by 21 people living 40 km away.

Participants were randomly recruited. Demographic information was obtained through questionnaire surveys.

Regarding the statistical analysis, concentration data of all the chemicals were logarithmically transformed to obtain normal distribution, confirmed by Kolmogorov-

Smirnov test. Differences between groups were examined by independent-samples t-test. Multivariate linear regression analysis was performed to exclude potential confounding factors.

Serum levels of PBDEs of the exposure group were significantly higher ($p < 0.001$) than those of the control group, but this was not the case for BDE-209 ($p = 0.83$).

In the logistic regression test, the main positive correlation ($p < 0.05$) shows that concentrations in serum in the exposed population was significantly higher than in the control group. No significant correlation was found between serum pollutants concentrations and age, BMI, years of working as e-waste worker and sampling season.

Living or working at e-waste recycling areas was associated to higher concentration of PBDEs in serum, except for BDE-209.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Epidemiologic information about the link between exposure to PBDEs in e-waste workers and the effect on human health is not very prolific.

The lack of coincidence among all the studies included in this review may be conditioned by the variability of the populations studied and the epidemiologic design used, since 16 out of the 20 studies have cross-sectional design, which limits our ability to assess temporality. Only two studies have a longitudinal design.

A major limitation is that only in four studies, population is randomly selected introducing a potential bias. In 14 studies, investigators did not adjust for the effects of confounders and no other possible exposure ways to PBDEs have been taken into account.

E-waste recycling process implies an exposure to many chemicals, so it is very difficult to assess the effects of the exposure to PBDEs separately.

We conclude that evidence is suggestive to infer association between serum PBDEs levels and working in e-waste recycling facilities. This evidence is consistent, with no studies showing different results, and it is repeated regardless the geographic area in which the study is carried out, although the magnitudes are different, ranging from 26 ng/g lipid in Sweden to 600 ng/g lipid in China, where the highest concentration is found (3436 ng g⁻¹ l.w.),²⁷ which is probably due to the fact that in this study e-waste workers use very primitive techniques with very little protection measures, which would lead to a higher exposure. The level of evidence for this result, according to SIGN criteria is 3.

In eleven studies^{22-29,34,36,37}, high levels of PBDEs in serum were found among the population of e-waste surrounding areas and even in far away towns selected as control group. This result clearly indicates that general population without occupational exposure is somehow exposed to these chemicals. In any case, concentrations of PBDEs in e-waste recycling workers are still significantly higher than those in the control group. Two studies are coincident in this regard: Guiyu, China²³, PBDEs median levels in e-waste workers were 3.5 fold higher than those in population of a region located 50km away, and China²⁷, where the PBDEs total levels in blood in e-waste workers were 3.6 fold higher than in the population of a different Chinese town without PBDEs exposure known. The level of evidence, according to SIGN criteria was 3.

Concentration of PBDEs in blood is associated with exposure time, working procedures and protection measures (level of evidence 3). Age or BMI had no correlation.

An evidence was found (level 1-) about the efficiency of the improvement measures in industrial hygiene in order to reduce an exposure pathway to PBDEs on e-waste recycling activity^{28, 39}.

All the studies reviewed^{19,30-33}, investigating the connection between work exposure to PBDEs and levels of PBDEs in hair, showed that levels of PBDEs in hair in the exposed population were significantly higher than those in control population (level of evidence 3).

It is interesting, despite the fact that levels of PBDEs in hair in people living close to recycling areas were higher than in the people living in the cities, concentrations of PBDEs found in the dust collected from the houses closed to the recycling plants were lower than those found in the city houses. This suggest that PBDEs exposure in the reference population arises from sources such as diet and house dust ingestion⁴⁴.

While comparing levels of PBDEs in hair and dust, they observed that the proportion of deca- BDE decreases in expense of nona-BDE, compared to concentrations detected in dust, which suggest that metabólico debromination of BDE-209 into nona-BDE may occur.

Other studies^{30-32,44} also report higher concentrations of PBDEs in hair in e-waste workers than in control groups. They are not identical each other depending on the technology used on e-waste dismantling, characteristics of the sample population and PBDEs pattern studied. In all reports, the major congener was BDE-209, which is approximately 97% of the deca-BDE mixture, which has been one of the most used in the last years.

Although BDE-209 has low bioavailability and short half-life (15 days), it was found that BDE-209 can be accumulated in human blood and milk. Higher brominated diphenyl ethers would be oxidatively metabolized into low brominated PBDEs, including penta- and nona-BDEs^{23,27,44,45}.

Biomonitoring not necessarily identifies the source of PBDEs, since it may occur in places different than the workplace^{19,46}. Nevertheless, biomonitoring studies are useful to identify and characterize the exposure and show us the need of implementing exposure control measures²⁸.

It has been lately documented in laboratory studies that hydroxilated PBDEs (OH-PBDEs) and MeO-PBDEs produce thyroid toxicity⁴⁷ and disruption of ovarian steroidogenesis⁴⁸.

In studies in-vivo, OH-PBDEs have been detected in rats and mice blood after being exposed to mixtures of PBDEs o BDE-209^{20,49}. Nevertheless, in another in vitro study, OH-PBDEs were not detected after the exposure of human hepatocytes to BDE-209⁵¹.

In our review, we found several studies with level of evidence 3, which studies the presence of these metabolites in workers serum. Levels of OH-PBDEs metabolites^{25,37} and MeO-PBDEs^{24,25} were higher in the reference population than in e-waste workers.

Eguchi associates higher levels of MeO-PBDEs with marine fish intake. Yu³⁷ found OH-octa-BDEs and OH-nona- BDEs in serum samples from e-waste workers. In both studies, BDE-209 was the predominant congener in all the samples.

Nevertheless, Athanasiadou *et al.*²² studied child labour in Nicaragua dumps. Children in contact with e-waste showed higher levels of PBDEs and OH-PBDEs than children living 20km away. The major congener was BDE-47 and the less frequent BDE-209.

Yang²⁹ does not find significant differences in levels of BDE-209 among e-waste recycling workers and the control group. This suggests that there are diferentes pathways of exposur such as domestic, or low-brominated-BDE formed by debromination of BDE-209.

The highest concentrations in serum (octa- to nona- BDE) in e-waste workers compared with the reference population²⁵ would be explained by the BDE-209 debromination theory.

The measurement of the levels of octa- to nona-BDE and PBDEs metabolites (OH and MeO-PBDEs) could be used to show long term work exposure, while the presence of BDE-209 would be used to assess recent exposure.

TSH is an important parameter of thyroid functions, because it may affect the levels of other hormones by acting on the hypothalamic hypophyseal axis.

Studies in rats show that a short-term exposure to some commercial PBDEs mixtures interfered with the thyroid hormone system via uridinediphosphate-glucuronosyltransferase (UGTs)^{52,53}.

Reported effects on TSH are not consistent. Wang H.³⁵ reports decreased concentrations associated with e-waste exposure. Nevertheless, Han G and Yuan^{34,36} reports increased concentrations in the exposed population. Also, Han³⁴ found an association between levels of PBDEs and TSH concentrations.

Findings from several studies shows that free radicals released from PBDEs may cause irreversible oxidative damage in DNA molecules⁵⁴. It plays an important role in various diseases, such as pulmonary diseases, cardiovascular diseases and cancer^{55,56}.

The cytogenetic assay for micronucleus detection (CBMN: cytokinesis-block micronucleus) is a globally validated and technologically accessible study. It is useful to assess genetic instability induced by genotoxic agents. Micronucleus are cytoplasmic bodies with nuclear nature that correspond to genetic material non properly incorporated to the daughter cells during cell division, they show chromosomic aberrations and have their origin in chromosomic breakages, in errors during replication or further DNA cell division and/or exposure to genotoxic agents.

In vitro studies^{57,58} suggest that PBDEs may damage DNA, producing an increase in the number of micronucleated cells. In several studies³⁶, the authors found a higher presence of micronucleated cells in e-waste exposed population than in non-exposed population. This shows that PBDEs can be a genotoxic substance and that e-waste recycling workers may have a higher risk of diseases. In fact, the IARC (International Agency for Research on Cancer) classifies PBDEs as "possible carcinogenic substance".

8-Hidroxi-2'-deoxyguanosine (8-OHdG) is often used to asses oxidative damage⁵⁹. Results found in our review are not conclusive. Zhang G.F.³¹ reports that levels of 8-OHdG in urine after the workday were higher than at the beginning of it, showing a positive association between exposure to PBDEs and DNA oxydative damage.

Recent studies in human suggest that high levels of PBDEs in breast milk are related with cryptorchidism in newborns⁶⁰, low weight at birth and reduction in length and breast circumference in newborns⁶¹. It has been found a negative correlation between concentration of PBDEs in serum and the sperm count in young men⁶².

Results of studies are coincident, with a level of evidence 3. Noting an association between exposure to PBDEs in working women and the increase in levels of PBDEs in breastmilk and placenta.

One of the studies¹⁹ which analyzes levels of PBDEs in breast milk, placenta and hair samples from a group of childbearing-aged women working in a recycling site in order to relate them to possible health risk showed. Concentrations of PBDEs found in all samples were significantly higher in the exposure group than in non-exposed group.

This result matches with Tue N.M.'s study³⁸ in which levels of PBDEs in breast milk of women from three e-waste exposure areas (work exposure or not) were not higher than those found in urban area women.

In this study, BDE-209 was the predominant congener in the exposure group while BDE47 and BDE 153 were in the control group.

In Leung's study, the dominant congener in all samples was BDE 47. Levels of BDE-209 were not analyzed.

High body burden would not only cause problems in worker's health but also implies a potential health risk in future generations. The estimate intake of PBDEs for

a 6-month-old baby living in an e-waste area and being breastfed would be 572±839 ng/kg body wt/day, 57 times higher than in children in the reference area ¹⁹.

Studies in animals and in vitro show association between levels of PBDEs and adverse health effects.

The reviewed studies are coincident to establish an association between exposure to PBDEs and biological parameters alterations but due to the design of the reviewed studies, our ability to assess temporality of associations between exposure to PBDEs in e-waste workers and health effects is limited.

It seems reasonable to implement industrial hygiene measures to reduce levels of emission into the air and levels of exposure to PBDEs from recycling processes, also to implement personal and health protection measures.

Despite all efforts done during last years by different organizations, both in legislative tasks and in programs to determine adverse health effects of PBDEs, the focus is mainly environmental. Nevertheless, evolution in electronic market makes that e-waste represent an emergent work health problem. Further research should be conducted on epidemiologic studies on health impacts caused by e-waste recycling operations, that allow the establishment of causal relations. Regulatory and public health interventions must be developed and implemented to prevent and reduce PBDEs occupational exposure on e-waste workers.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors acknowledge gratefully the cooperation from Dr. Jerónimo Maqueda.

REFERENCES

1. Chen, A.M., Dietrich, K.N., Huo, X., Ho, S.M. Developmental neurotoxicants in e-waste: an emerging health concern. *Environ. Health Perspect* 2010; 119: 431–438.
2. Ni HG, Zeng H, Tao S, Zeng EY. Environmental and human exposure to persistent halogenated compounds derived from e-waste in China. *Environ. Toxicol. Chem* 2010; 29: 1237–1247.
3. United Nations Environment Programme (UNEP). Stockholm convention on persistent organic pollutants. 2001. Available on: <http://www.pops.int/documents/convtext-en.pdf> (accessed Dec 20, 2013).
4. Council of the European Parliament. Directive 2002/96/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on waste electrical and electronic equipment (WEEE). March 13, 2003. *OJEU* 2003; 37: 24-38.
5. United Nations Environment Programme (UNEP). Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs). Press release: Governments Unite to step-up reduction on global DDT Reliance and add nine new chemicals under international treaty, 2009. Available on: [http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=585&ArticleID=6158&RoHS-Directiva de Restricción de Sustancias Peligrosas-, Julio 2008](http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=585&ArticleID=6158&RoHS-Directiva%20de%20Restricci3n%20de%20Sustancias%20Peligrosas-,%20Julio%202008) (accessed Jan 4, 2014).
6. Bromine Science and Environmental Forum (BSEF). Available on www.bsef.com/our-substances/deca-bde/scientific-studies (accessed Jan 4, 2014).
7. US Environmental Protection Agency (EPA). DecaBDE phase-out initiative (last updated on 25th of July 2012). Available on: <http://www.epa.gov/oppt/existingchemicals/pubs/actionplans/deccadbe.html> (accessed Jan 4, 2014).
8. Leung AOW, Luksemburg WJ, Wong AS, Wong MH. Spatial distribution of polybrominated diphenyl ethers and polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in soil and combusted residue at guiyu, an electronic waste recycling site in Southeast China. *Environ. Sci. Technol* 2007; 41: 2730-2737.
9. Shen CF, Huang SB, Wang ZJ, Qiao M, Tang XJ, Yu CN, Shi DZ, Zhu YF, Shi JY, Chen XC, Setty K, Chen YX. Identification of Ah receptor agonists in soil of E-waste recycling sites from Taizhou area in China. *Environ. Sci. Technol* 2008; 42: 49–55.
10. Allen JG, McClean MD, Stapleton HM, Webster TF. Linking PBDEs in house dust to consumer products using X-ray fluorescence. *Environ. Sci. Technol* 2008; 42: 4222–4228.

11. National Toxicology program. Carcinogenesis studies of Decabromodiphenyl Oxide (CAS No. 1163-19-5) in F344/N Rats and B6C3F 1 Mice (Feed studies). *NTP Technical Report Series*. Research Triangle Park, NC: National Toxicology Program; 1986.
12. Laws SC. The effects of DE-71, a comercial polybrominated diphenyl ether mixture, on female pubertal development and thyroid function. *Toxicologist*. 2003; 72:137.
13. Kuriyama S. Maternal exposure to low dose 2,2',4,4',5 pentabromodiphenyl ether (PBDE 99) impairs male reproductive performance in adult male offspring. *Organohalogen Compd*. 2003; 61:92-95.
14. Breslin WJ. Teratogenic evaluation of a polybromodiphenyl oxide mixture in New Zealand White rabbits following oral exposure. *Fundam Appl Toxicol*. 1989; 12:151-157.
15. Zhou T. Developmental exposure to brominated diphenyl ethers results in thyroid hormone disruption. *Toxicol Sci*. 2002; 66: 105-116.
16. Branchi I. Effects of perinatal exposure to a polybrominated diphenyl ether (PBDE 99) on mouse neurobehavioural development. *Neurotoxicology*. 2002; 23:375-384.
17. Viberg H. Neurobehavioral derangements in adult mice receiving decabrominated diphenyl ether (PBDE 209) during a defined period of neonatal brain development. *Toxicol Sci*. 2003; 76:112-120.
18. Sjödin *et al*. Flame retardant exposure: Polybrominated diphenyl ethers in blood from Swedish workers. *Environ. Health Perspect*. 1999; 107:643-48.
19. Leung A. *et al*. Body burdens of polybrominated diphenyl ethers in childbearing-aged women at an intensive electronic- waste recycling site in China. *Environ. Sci. Pollut. Res*. 2010; 17: 1300-13.
20. Wu K. *et al*. Polybrominated diphenyl ethers in umbilical cord blood and relevant factors in neonates from Guiyu, China. *Environ. Sci. Technol*. 2010; 44: 813-19.
21. Harbour R, Miller J, for the Scottish Intercollegiate Guidelines Network Grading Review Group. A new System for grading recommendations in evidence based guidelines. *BMJ* 2001; 323: 334-6.
22. Athanasiadou M, Cuadra SN, Marsh G, Bergman Å, Jakobsson K. Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and bioaccumulative hydroxylated PBDE metabolites in young humans from Managua, Nicaragua. *Environmental Health Perspectives* 2008;116 (3): 400-408.
23. Bi X, Thomas GO, Jones KC, Qu W, Sheng G, Martin FL *et al*. Exposure of electronics dismantling workers to polybrominated diphenyl ethers, polychlorinated biphenyls, and organochlorine pesticides in South China. *Environmental Science and Technology* 2007; 41 (16): 5647-5653.
24. Eguchi A, Nomiyama K, Devanathan G, Subramanian A, Bulbule KA, Parthasarathy P *et al*. Organohalogen and metabolite contaminants in human serum samples from Indian E-waste recycling workers. *Interdisciplinary Studies on Environmental Chemistry*. [Revista on-line]. 2010. Vol.4. pp. 167-174. Available in www.terrapub.com (accessed Dec 20, 2013).
25. Eguchi A, Nomiyama K, Devanathan G, Subramanian A, Bulbule KA, Parthasarathy P, Takahashi. Different profiles of anthropogenic and naturally produced organohalogen compounds in serum from residents living near a coastal area and e-waste recycling workers in India. *Environment International*, 2012; 47: 8-16.
26. Kim B-H, Ikonomou MG, Lee S-J, Kim H-S, Chang Y-S. Concentrations of polybrominated diphenyl ethers, polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans, and polychlorinated biphenyls in human blood samples from Korea. *Science of the Total Environment*, 2005; 336 (1-3): 45-56.
27. Qu W, Bi X., Sheng G, Lu S, Fu J, Yuan J *et al*. Exposure to polybrominated diphenyl ethers among workers at an electronic waste dismantling region in Guangdong, China. *Environment International* 2007; 33 (8): 1029-1034.
28. Thuresson K, Bergman Å, Rothenbacher K, Herrmann T, Sjölin S, Hagmar L, *et al*. Polybrominated diphenyl ether exposure to electronics recycling workers - a follow up study. *Chemosphere* 2006; 64 (11):1855-1861.
29. Yang Q, Qiu X, Li R, Liu S, Li K, Wang F, *et al*. Exposure to typical persistent organic pollutants from an electronic waste recycling site in Northern China. *Chemosphere* 2013; 91 (2): 205-211.
30. Ma J, Cheng J, Wang W, Kunisue T, Wu M, Kannan K. Elevated concentrations of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and polychlorinated dibenzofurans and polybrominated diphenyl ethers in hair from workers at an electronic waste recycling facility in eastern China. *J Hazard Mater*. 2011. 86:1966-1971.
31. Wen S, Yang FX, Gong Y, Zhang XL, Hui Y, Li JG, Liu AL, Wu YN, Lu WQ, Xu Y. Elevated levels of urinary 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine in male electrical and electronic equipment dismantling workers exposed to high concentrations of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans, polybrominated diphenyl ethers, and polychlorinated biphenyls. *Environ Sci Technol* 2008; 42 (11): 4202-4207.
32. Zhao GF, Wang ZJ, Dong MH, Rao KF, Luo JP, Wang DH, Zha JM, Huang SB, Xu YP, Ma M. 2008. PBBs, PBDEs, and PCBs levels in hair of residents around e-waste disassembly sites in Zhejiang Province, China, and their potential sources. *Sci. Total. Environ*. 397: 46-57.

33. Zheng J, Luo XJ, Yuan JG, Wang J, Wang YT, Chen SJ, *et al.* Levels and sources of brominated flame retardants in human hair from urban, e-waste, and rural areas in South China. *Environmental Pollution* 2011; 159 (12): 706-3713.
34. Han G, Ding G, Lou X, Wang X, Han J, Shen H, Zhou Y, Du L. Correlations of PCBs, DIOXIN, and PBDE with TSH in children's blood in areas of computer E-waste recycling. *Biomed Environ Sci* 2011; 24(2): 112-116.
35. Wang H, Zhang Y, Liu Q, Wang F, Nie J, Qian Y. Examining the relationship between brominated flame retardants (BFR) exposure and changes of thyroid hormone levels around e-waste dismantling sites. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 2010; 213 (5): 369-380.
36. Yuan J, Chen L, Chen D, Guo H, Bi X, Ju Y, *et al.* Elevated serum polybrominated diphenyl ethers and thyroid-stimulating hormone associated with lymphocytic micronuclei in Chinese workers from an e-waste dismantling site. *Environmental Science and Technology* 2008; 42 (6): 2195-2200.
37. Yu Z, Zheng K, Ren G, Zheng Y, Ma S, Peng P, *et al.* Identification of hydroxylated octa- and nona-bromodiphenyl ethers in human serum from electronic waste dismantling workers. *Environmental Science and Technology* 2010; 44 (10): 3979-3985.
38. Tue NM, Takahashi S, Suzuki G, Isobe T, Viet PH, Kobara Y, Seike N, *et al.* Contamination of indoor dust and air by polychlorinated biphenyls and brominated flame retardants and relevance of non-dietary exposure in Vietnamese informal e-waste recycling sites. *Environment International* 2013; 51: 160-167.
39. Rosenberg C, Hämeilä M, Tornaeus J, Säkkinen K, Puttonen K, Korpi A, *et al.* Exposure to flame retardants in electronics recycling sites. *Annals of Occupational Hygiene* 2011; 55 (6): 658-665.
40. Grant K, Goldizen F, Sly P, Brune MN, Neira M, Van den Berg M, *et al.* Health consequences of exposure to e-waste: a systematic review. *The Lancet Global Health*, In Press, Corrected Proof, Available online 30 October 2013.
41. Sjödin A, Hagmar L, Klasson-Wehler E, Kronholm- Diab K, Jakobsson E, Bergman A. Flame retardant exposure: polybrominated diphenyl ethers in blood from Swedish workers. *Environ Health Perspect.* 1999; 107:643-648.
42. Jones-Otazo H, Clarke JP, Diamond ML, Archbold JA, Ferguson G, Harner T, Richardson GM, Ryan JJ, Wilford B. Is house dust the missing exposure pathway for PBDEs? An analysis of the urban fate and human exposure to PBDEs. *Environ. Sci. Technol.* 2005; 39: 5121-5130.
43. Luo XJ, Liu J, Luo Y, Zhang XL, Wu JP, Lin Z, Chen SJ, Mai BX, Yang ZY. Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in free-range domestic fowl from an e-waste recycling site in South China: levels, profile and human dietary exposure. *Environ. Int.* 2009; 35: 253-258.
44. Sjödin A, Patterson DG, Bergman Å. Brominated flame retardants in serum from U.S. blood donors. *Environ. Sci. Technol.* 2001; 35: 3830-3833.
45. La Guardia MJ, Hale RC, Harvey E. Detailed polybrominated diphenyl ether (PBDE) congener composition of the widely used penta-, octa-, and deca- PBDE technical flame retardant mixtures. *Environ. Sci. Technol* 2006; 40: 6247-6254.
46. Paustenbach D. Biomonitoring and biomarkers: exposure assessment will never be the same. *Environ Health Perspect.* 2006; 114: 1143-1149.
47. Darnerud PO, Aune M, Larsson L, Hallgren S. Plasma PBDE and thyroxine levels in rats exposed to Bromkal or BDE-47. *Chemosphere* 2007;67: 386-392.
48. Canto'n RF. Inhibition of human placental aromatase activity by hydroxylated polybrominated diphenyl ethers (OH-PBDEs). *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 2008; 227: 68-75.
49. Chen LJ, Lebetkin EH, Sanders JM, Burka LT. Metabolism and disposition of 2,2,4,4,5 pentabromodiphenyl ether (BDE99) following a single or repeated administration to rats or mice. *Xenobiotica* 2006; 36: 515-534.
50. Sandholm A, Emanuelsson BM, Klasson Wehler E. Bioavailability and half-life of decabromodiphenyl ether (BDE- 209) in rats. *Xenobiotica* 2003; 33: 1149-1158.
51. Stapleton HM, Kelly SM, Pei R, Letcher R.J, Gunsch C. Metabolism of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) by human hepatocytes in vitro. *Environ. Health Perspect.* 2009; 117: 197-202.
52. Zhou, T. Effects of short-term in vivo exposure to polybrominated diphenyl ethers on thyroid hormones and hepatic enzyme activities in weanling rats. *Toxicol. Sci.* 2001; 61: 76-82.
53. Zhou R. Study on the relation between iodine nutrition of pregnant women in different occasions and thyroid function of their neonates. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi* 2002; 23: 356-359.
54. He P. PBDE-47-induced oxidative stress, DNA damage and apoptosis in primary cultured rat hippocampal neurons. *NeuroToxicology* 2008; 29 (1): 124-129.
55. Beckman KB. The free radical theory of aging matures. *Physiol. Rev.* 1998, 78 (2), 547-581.

56. Hwang ES, Kim GH. Biomarkers for oxidative stress status of DNA, lipids, and proteins in vitro and in vivo cancer research. *Toxicology* 2007; 229: 1-10.
57. Hu XZ. Apoptosis induction on human hepatoma cells Hep G2 of decabrominated diphenyl ether (PBDE-209). *Toxicol. Lett.* 2007; 171: 19-28.
58. Wang JJ. Cyto- and genotoxicity of ultrafine TiO₂ particles in cultured human lymphoblastoid cells. *Mutat. Res.* 2007; 628: 99-106.
59. Kasai H. Analysis of a form of oxidative DNA damage, 8-hydroxy-2-deoxyguanosine, as a marker of cellular oxidative stress during carcinogenesis. *Mutat. Res. Genet. Toxicol. Environ. Mutagen.* 1997; 387 (3): 147-163.
60. Main KM. Flame retardants in placenta and breast milk and cryptorchidism in newborn boys. *Environm Health Perspect.* 2007; 115: 1519-1526.
61. Chao HR. Levels of PBDEs in breast milk from central Taiwan and their relation to infant birth outcome and maternal menstruation effects. *Environ Int.* 2007; 33: 239-245.
62. Akutsu K. Polybrominated diphenyl ethers in human serum and sperm quality. *Bull Environ Contam Toxicol.* 2008; 80: 345-350.

Revisiones

Dermatitis aerotrasportada de origen laboral en la industria química, farmacéutica y sector sanitario

Airborne contact dermatitis in chemical and pharmaceutical industry and healthcare sectors

Jaureguizar Cervera E.^{1,2}; **Pérez Perdomo M.**^{1,2}; **Reinoso Barbero, L.**³

1. Departamento Medicina del Trabajo. Hospital Universitario de la Princesa. Madrid. España.

2. Unidad Docente de Medicina del Trabajo de la Comunidad de Madrid. Hospital Universitario de la Princesa. Madrid. España.

3. Médico del Trabajo del Banco Popular. Madrid. España.

Recibido: 23-01-14

Aceptado: 17-07-14

Correspondencia

Enrique Jaureguizar Cervera

Correo electrónico: dr.jaureguizar@gmail.com

Resumen

Introducción: La dermatitis de contacto aerotrasportada (DCAT), es una forma de dermatitis profesional que por su manifestación clínica, localización y forma de contacto presentan característica propias, este hecho junto con la relevancia de la dermatosis dentro de la morbilidad profesional justifica la necesidad de sintetizar la evidencia científica existente mediante una revisión sistemática.

Objetivos: Identificar la evidencia científica sobre la DCAT, la existencia de un consenso sobre criterios diagnósticos, las medidas de prevención y la identificación de población especialmente sensible.

Material y métodos: Revisión sistemática de la producción científica publicada entre 2006 y 2014 sobre DCAT, se realizó una búsqueda sistemática mediante términos DeCS, MeSH, en diversas bases de datos y otros recursos informáticos (MEDLINE, COCHRANE, SCOPUS, SCIELO, OVID, BNCS, OSH, UPDATE). La evidencia se evaluó con los criterios SIGN.

Resultados: Tras el proceso de selección el resultado final fue de **15** artículos a analizar del total recuperado de **504**. Los tipos de diseño: **1** Ensayo Clínico no aleatorizado sin grupo control y **14** Series de Casos, de los cuales **7** usaron grupo control. Las sustancias químicas que produjeron DCAT no publicadas previamente fueron: *TFA, fibras PP y PE, Dihidrocloruro 2 2'-azobis (2-metilpropanamida) y HBTU¹*; y los fármacos: *Tilosina, Pristinamicina, Carbocromeno y Famotidina*.

Discusión y conclusiones: La limitación de los resultados es el bajo nivel de evidencia científica de los artículos analizados, lo que compromete su validez externa. Con respecto a las revisiones de Santos R, y Grosens A (2001 al 2006) encuentran **9** casos nuevos de DCAT y Swinnen I, y Grossens A (2007-2011) describen **14** casos. En nuestra revisión (2006-2014) hay **6** nuevos casos, lo que reafirma un aumento en el interés del estudio y la trascendencia de esta patología.

No se puede demostrar ninguna población especialmente sensible, se puede concluir que la DCAT está cobrando importancia, y que se debe mejorar la producción científica con diseños que generen un mayor nivel de evidencia que permitan tomar las medidas preventivas adecuadas.

Med Segur Trab (Internet) 2014; 60 (237) 742-755

Palabras clave: *Dermatitis de contacto; aerotransportada; alérgica; irritante; salud laboral; industria química; industria farmacéutica; personal sanitario; prevención.*

¹: TFA: Ácido TriFluoroAcético; Fibras PP: Polipropileno y PE: Polietileno; HBTU: 2-[(1H-Benzotriazol-1-il)-1,13,3 Tetrametilaminio Hexafluorofosfato].

Abstract

Introduction: Due to its location, clinical signs and form of contact, the airborne contact dermatitis (ABCD) is a unique type of occupational dermatitis. It results unquestionable the need of synthesising the scientific evidence through a systematic review taking into account the dermathoses relevance in the occupational morbidity.

Objectives: To identify the scientific evidence for ABCD, the existence of a consensus on diagnostic criteria, on preventive measures and on the identification of especially sensitive population.

Material and methods: A systematic review of the scientific literature published between 2006 and 2014 about ABCD. A systematic search was performed using DeCS, MeSH, in various databases and other computer resources (MEDLINE, COCHRANE, SCOPUS, SCIELO, OVID, BNCS, OSH, UPDATE). The evidence was evaluated following a SIGN criteria.

Results: 15 articles were selected to be analyzed after a selecting process of 504. Types of design: 1-Non-randomized clinical trial without control group and 14 Case Series, 7 of which were using a control group. The ABCD chemicals not previously published: *TFA, PP/PE fibers, Ethyl 2,2'-azobis Dihidroclorure (2-methyl propanamide) and HBTU¹*, and the drugs: *Tylosin, Pristinamycin, Carbocromen and Famotidine.*

Discussion and conclusions: The limitation of the results reveals the low scientific evidence levels on the analyzed articles, compromising his external validity. Regarding the reviews of Santos R, and Grossens A. (2001-2006), 9 new cases of ABCD were found and Swinnen I, and Grossens A. (2007-2011) described 14 cases. In our review (2006-2014) there are 6 new cases, confirming an increasing interest in this study and the gravity of this disease.

As it is impossible to demonstrate a particularly sensitive population, it can be concluded that the ABCD is gaining importance. The scientific production should be improved with designs which generate a higher level of evidence allowing to take preventive measures.

Med Segur Trab (Internet) 2014; 60 (237) 742-755

Keywords: *Contact dermatitis; airborne; allergic; irritating; occupational health; chemistry industry; pharmaceutical industry; healthcare workers; prevention.*

¹: TFA: TriFluoro acetic acid; PP Fibers: Polypropylene and PE: Polyethylene; HBTU 2 - [(1H-benzotriazol-1-yl)-1,13,3 Tetramethylammonium hydroxid, Hexafluorophosphate].

INTRODUCCIÓN

La dermatitis de contacto (DC) profesional engloba al conjunto de patologías cutáneas presentes en el mundo laboral. Su frecuencia se haya algo subestimada debido a la gran diversidad de lesiones que producen y su capacidad de afectar a todo el tegumento, solapándose de este modo con otras dermatitis.

La DC se puede definir como una reacción inflamatoria aguda o crónica de la piel al contacto directo con agentes nocivos, en concentración y período de tiempo suficiente para provocar una alteración con morfología claramente objetivable^{1,2}. El daño que pueden originar dependerá de la capacidad de recuperación cutánea, que es variable de un individuo a otro³.

Las DC constituyen alrededor del 90% del amplio espectro de las dermatosis profesionales, y se pueden dividir en dos formas: A) Dermatitis de contacto irritativa (DCI), que comprende el 80% de los casos, y B) Dermatitis de contacto alérgica (DCA) que es la responsable del 20% de los casos⁴.

La DCI es una reacción inflamatoria causada por la acción citotóxica directa del agente agresor a las células de la epidermis y la dermis, sin la producción de anticuerpos específicos, que produce una reacción cutánea localizada. La DCA, sin embargo, es una reacción inmunológica de hipersensibilidad retardada o tipo IV, mediada por células T y que requiere una sensibilización previa^{4,5}, y que a su vez se van a dividir en:

— Agudas: aparece a las 24-48 h de la exposición y producen eccemas de localización asimétrica.

— Crónicas: aparecen por contacto repetido. Tienden a mostrar localizaciones simétricas con bordes imprecisos. Presentan una característica muy importante que es su tendencia a diseminarse a zonas distales.

Dentro de las dermatitis de contacto existen formas particulares como la dermatitis de contacto aerotransportada (DCAT), producidas por sustancias de carácter alérgico (DATA) o irritativo (DATI) que son liberadas a la atmósfera y luego se depositan sobre áreas de la piel⁶.

Agentes que pueden producir un cuadro de este tipo son gases y vapores, productos químicos contenidos en partículas sólidas o gotas y que, al contactar con la piel, al inhalarse o por ambos mecanismos, producen lesiones eccematosas monomorfas en cada paciente.

Las lesiones se localizan principalmente en la cara, donde la región palpebral superior es particularmente susceptible a los alérgenos transportados por el aire. Otras localizaciones típicas son: retroauricular, submentoniana, cuello, dorso de las manos⁷. También es frecuente que las lesiones aparezcan en los grandes pliegues y miembros inferiores, debido a que estas sustancias se depositan en la ropa y, junto con la retención del sudor, causan dermatitis en zonas ocluidas⁸.

Existen diversas clasificaciones de las DCAT en función de la sintomatología que producen: *alérgica*: maderas, plantas, plásticos, insecticidas, pesticidas; *irritativa*: gas mostaza⁹, fibra de vidrio¹⁰, fibra de carbono¹¹, óxido de etileno¹²; *fototóxicas*: psolarenos¹³ y colofonia¹⁴; *fotosensibles*: tioureas, pesticidas¹⁵; *Reacciones acneiformes*: PVC¹⁶; *urticaria de contacto*: látex¹⁷, resina epoxi; *Lesiones purpúricas*: resina epoxi¹⁸; *alteraciones de la pigmentación*: maderas tropicales como *Plathymenia foliosa*¹⁹; *otras*: dermatitis exfoliativa, exantema fijo, erupciones liquenoides, dermatitis de contacto linfomatoidea, parestesia, reacciones pustulosas, telangiectasias, y eritema multiforme²⁰.

La variabilidad de las manifestaciones clínicas va a depender del agente causal, sin olvidar que una misma sustancia puede producir distintas reacciones.

En 1939, la Asociación Médica Americana define la dermatitis profesional como «una afectación de la piel en la que puede encontrarse que el trabajo es su causa fundamental o un factor que contribuye a ella». Esta definición fue modificada en el X Congreso Latinoamericano de Dermatología de 1983 como «toda alteración de la piel, mucosas y anexos, directa o indirectamente causada, condicionada, mantenida o agravada por todo aquello que sea utilizado en la actividad profesional o exista en el ambiente de trabajo»²¹.

La DCAT está declarada como enfermedad profesional²² según el Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre. Pertenece al Grupo 5 - AGENTE A - SUBAGENTE 01 de enfermedades profesionales, que engloba a todas aquellas dermatitis causadas por sustancias de bajo peso molecular por debajo de los 1000 daltons, tales como metales y sus sales, polvos de maderas, productos farmacéuticos, sustancias químico plásticas, aditivos, disolventes, conservantes, catalizadores, perfumes, adhesivos, acrilatos, resinas de bajo peso molecular, formaldehídos y derivados, etc.

Por esta razón, hoy día para clasificar una dermatitis como enfermedad ocupacional se tiene que cumplir una serie de hechos^{7,23}: Historia clínica laboral concordante, la localización de las lesiones se deben corresponder en zonas que se relacionen con la forma y tipo de trabajo, pruebas de contacto positivas, estudios en controles voluntarios con concentraciones no irritantes cuando se desconozcan las concentraciones adecuadas, mejoría cuando no se trabaja o cuando se evite el contacto con el alérgeno implicado.

La DC constituye una de las enfermedades profesionales más frecuentes en los países industrializados siendo, en algunos de ellos, las primeras enfermedades profesionales notificadas y más del 30% de las que requieren compensación económica^{7, 24}. Informes de proyectos de vigilancia de enfermedades cutáneas, Epiderm y Opra, sugieren una tasa de incidencia de 13 por 100.000 por año, y una prevalencia de 15 por 10.000 trabajadores²⁵.

El riesgo de desarrollar dermatitis de origen ocupacional varía en relación con la profesión. Entre el alto riesgo están los peluqueros (tasa anual de 120/100.000), operarios de maquinaria (tasa anual 56/100.000), trabajadores de industria química y petroleras (tasa anual 45/100.000) y ensambladores (tasa anual 35/100.000)²⁶.

El presente trabajo está dirigido a identificar, mediante una revisión sistemática, la evidencia existente en relación con el manejo clínico y preventivo de las DCAT a partir de los artículos publicados entre enero de 2006 a enero de 2014, en el ámbito de la industria química, farmacéutica, y trabajadores del sector sanitario, la identificación de la población especialmente sensible de sufrir DCAT y la existencia de un consenso con respecto a los criterios de diagnóstico y las medidas preventivas a adoptar.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una búsqueda sistemática de artículos científicos publicados entre los años 2006-2014, siendo la última fecha consultada enero de 2014. Se incluyen tres estudios publicados con anterioridad por su relevancia para nuestro trabajo.

La estrategia de búsqueda incluyó los términos DeCS y MeSH (Tabla I), con los que se construyeron las ecuaciones de búsqueda, posteriormente aplicadas sobre las bases de datos que figuran en la Tabla II.

Tabla I. Términos DeCS: «Descriptores en Ciencias de la Salud» empleados en las ecuaciones de búsqueda

Descriptores
• Chemical Compounds: Compuesto químico.
• Dermatitis: Dermatitis.
• Dermatitis occupational: Dermatitis laboral.
• Particulate Matter. Airborne particulates: Aerotransportada.
• Dermatitis, contact: Dermatitis de contacto.
• Disease, occupational: Enfermedad laboral.
• Drug industry: Industria farmacéutica.
• Chemical industry: Industria química.

Tabla II. Bases de Datos y ecuaciones de búsqueda empleados para la identificación de publicaciones

Base de Datos	Ecuaciones de búsqueda
MEDLINE, via PubMed	— («Dermatitis» [Mesh] AND «Particulate Matter» [Mesh]) AND «Dermatitis, contact» [Mesh] AND «Occupational Diseases»[Mesh] — ((«Chemistry» [Subheading]) AND «Particulate Matter» [Mesh]) AND «Dermatitis» [Mesh] — ((«Dermatitis, contact» [Mesh]) AND «Particulate Matter» [Mesh]) AND «Occupational Exposure» [Mesh] — («Particulate Matter» [Mesh] AND «Dermatitis, contact» [Mesh] AND («drug industry» [Mesh] OR «Chemical Industry» [Mesh]) AND «Humans» [Mesh Terms])
COCHRANE PLUS	«Particulate Matter» AND «contact dermatitis»
EMBASE	«Particulate Matter» AND «contact dermatitis»
SCOPUS	«Particulate Matter» AND «contact dermatitis»
SciELO España	Dermatitis de contacto, «contact dermatitis»
IBECS	«Particulate Matter» AND «contact dermatitis»
WOK	«Particulate Matter» AND «contact dermatitis»
WOS	«Particulate Matter» AND «contact dermatitis»
OvidSP	— Dermatitis occupational AND chemical industry {Incluyendo términos relacionados} — Dermatitis occupational AND chemical industry AND airborne particulates {Incluyendo términos relacionados}

MEDLINE (Medlars Online International Literature), Cochrane library plus (Biblioteca Cochrane plus en español), EMBASE (Excepta Medical data base), IBECS (Índice Bibliográfico Español en Ciencias de la Salud), WOK (Web of Knowledge), WOS (Web of Science).

También se realizó una búsqueda en revistas especializadas en dermatología: Contact dermatitis, Clinical and Experimental Dermatology, y Dermatitis.

A los artículos recuperados tras la aplicación de las estrategias de búsqueda se les aplicaron unos criterios de inclusión y exclusión que se exponen en las **tablas III y IV**.

Tabla III. Criterios de inclusión

Variables	Criterios de inclusión
Ámbito temático	Relacionados con sustancias aerotransportadas y dermatosis profesionales en la industria química-farmacéutica y en trabajadores sanitarios.
Tipo de diseño	Estudios Experimentales. Estudios analíticos o longitudinales. Estudios descriptivos o transversales.
Población	Trabajadores de la industria química, farmacéutica y profesional sanitario.
Artículos publicados	Fecha: Posteriores a 2006 inclusive.
Idiomas	Español, inglés, francés, portugués.

Tabla IV. Criterios de exclusión

Variables	Criterios de exclusión
Criterios de inclusión	No cumplir los criterios anteriores.
Tipo de diseño	Editoriales, cartas al director, opiniones de expertos.
Tipo de estudio	Estudios relacionados con plantas, agentes biológicos vivos, metales. Ámbito no laboral: contaminación ambiental, domicilio, infancia.
Duplicados	En distintas bases de datos/autor.
Estudios no originales	Estudios de revisión sin metodología sistemática.

Tras la aplicación de los criterios de selección, los artículos sobre los que existía alguna controversias en relación con la pertinencia de su inclusión o no en la revisión, se re-evaluaron de forma conjunta llegando a un consenso sobre la pertinencia de su inclusión en la revisión sistemática.

Para determinar el nivel de evidencia científica y grados de recomendación de cada artículo, se evaluó con los criterios SIGN de la «Scottish Intercollegiate Guidelines Network»²⁷.

Posteriormente se procedió a la recuperación de los artículos a texto completo en la Escuela Nacional de Medicina del trabajo y la Biblioteca Nacional de Ciencias de la Salud-Instituto de Salud Carlos III.

Resultados

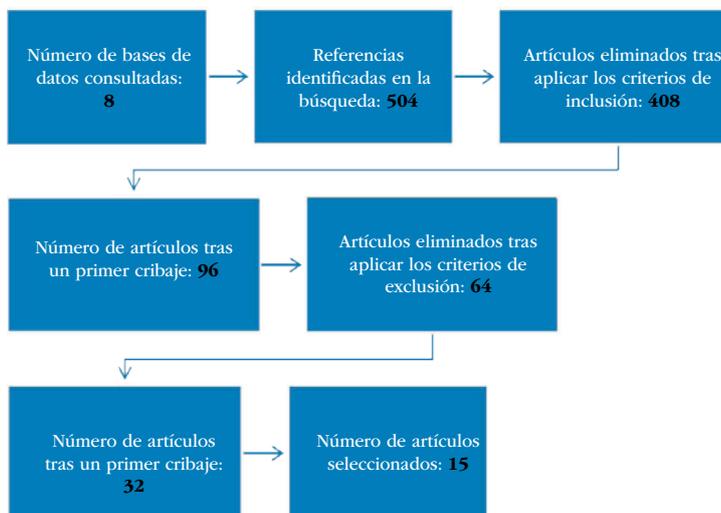
La **Tabla V** refleja el número total de artículos recuperados en cada una de las bases de datos consultadas tras aplicar las distintas ecuaciones de búsqueda. Se obtuvo un total de 504 artículos, así como el número de artículos seleccionados finalmente para su revisión de acuerdo al proceso de selección realizado (**Figura 1**).

Tabla V. Número de artículos recuperados y seleccionados

Base de datos	Artículos recuperados	Artículos seleccionados
Google Accademics	64	0
Pub Med	386	15
COCHRANE	5	0
SCOPUS	24	0
SCIELO	4	0
OVID	12	0
BNCS	8	0
OSH UPDATE	1	0
<i>Total de artículos</i>	504	15

Tras el proceso de selección el resultado final fue de **15** artículos a analizar. Desde el punto de vista del diseño metodológico el tipo de estudios incluidos fueron: **1** Ensayo Clínico no aleatorizado y **14** Series de Casos, de los cuales **7** usaron grupo control.

Figura 1. Resultados de la búsqueda



Las series clínicas con un mayor número de casos descritos se detallan a continuación, siendo la última publicación de 2013 donde **Swinnen I.**²⁸ analiza 4 casos de mujeres que trabajan aplastando comprimidos de varios tipos de medicamentos y desarrollan cuadros de dermatitis aerotransportada severa. Los autores buscan establecer qué alérgenos son culpables de este cuadro. Para ello realizan pruebas epicutáneas estándar de la serie europea diluidos a diferentes concentraciones, incluyendo también los fármacos que los trabajadores usaban habitualmente en su puesto de trabajo. Los resultados de la lectura se levantan a las 48h (D2) y 96 h (D4) siguiendo el protocolo de la International Contact Dermatitis Research Group (ICDRG). Se observa que en los 4 casos existe respuesta positiva para las benzodiazepinas en D2 y D4, y dentro de este grupo, el que mayor respuesta alérgica presenta es el tetrazepam. Otros fármacos estudiados fueron antidepresivos, hipnóticos, betabloqueantes, IECAS e IBP. En estos casos los resultados difieren entre los cuatro trabajadores, dentro de éstos el hidrocloruro de trazodona fue el que más respuesta positiva dio (2 de 4 casos tanto en D2 y D4). Los autores intentan determinar si existe sensibilización cruzada entre las benzodiazepinas, concluyendo que probablemente las reacciones de sensibilidad observadas no sean debidas a una reacción cruzada, sino a una diferencia a nivel molecular, que hace que el tetrazepam tenga mayor capacidad de producir reacciones de sensibilidad respecto al resto.

Malaiyandi V.²⁹ (2012) estudia a dos mujeres auxiliares de farmacia que se encargaban de la granulación de comprimidos de *tilosina*, con el objetivo de determinar si existe reacción de sensibilización cruzada entre los diferentes macrólidos. Para ello realizan pruebas epicutáneas según la North American Standard con diferentes fármacos del grupo de los macrólidos a distintas concentraciones. Observan que las respuestas más alérgicas corresponden a la *tilosina*, positiva en los dos casos, con D2-D5 ++ en la primera y D5 + en la segunda, y la *clindamicina* al 1%, D5 + en la primera trabajadora. Comparan los resultados con un grupo control voluntario de 5 trabajadores observando respuesta negativa en todos, concluyendo que no existe tal reacción de sensibilidad cruzada.

Braun-Falco M.³⁰ (2008) realiza un estudio en 4 trabajadores (3 varones y 1 mujer) que habían desarrollado DCAT secundaria a *Kathon CG* (metilisotiazolona (MI) y metilcloroisotiazolona (MCI)), conservante antibacteriano y antifúngico utilizado en cosméticos, productos industriales y productos domésticos. No existe ni aleatorización ni grupo control. Se somete a los trabajadores a una exposición directa durante 2 horas a 28°C, en una habitación de 16 m² recién pintada con Alpina Sensan (conservante libre de biocida) con el objetivo de determinar una menor capacidad irritativa de este producto respecto al *Kathon*. Para ello miden 1 h antes y después la TEWL (agua transdérmica perdida por exposición) y el flujo sanguíneo en cara y brazos usando Tewameter para TEWL y Láser Doppler para flujo dermosanguíneo. Los resultados obtenidos demostraron la ausencia de síntomas cutáneos tras la exposición, por lo que los autores afirman el beneficio de usar pinturas libres de conservantes en personal con historia conocida de sensibilización a las *isotiazolinas*.

Jiska A.³¹ (2005) estudia a 5 mujeres trabajadoras en diferentes sectores de la UCI (2 fisioterapeutas, 2 enfermeras y 1 auxiliar) que desarrollan una clínica compatible con DCAT. Este estudio pretende mostrar la capacidad alérgica de las *fibras de polipropileno (PP) y polietileno (PE)* utilizadas en los filtros del aire acondicionado, y que en determinadas circunstancias ambientales, como en las salas de UCI, donde se trabaja a baja humedad y altas presiones en los filtros del aire acondicionado, pueden producir DCAT por liberación de dichas partículas. Es una DCAT principalmente irritativa, ya que en todos los casos estudiados, los síntomas desaparecían con tratamiento tópico. Por ello enfatizan en el control y el correcto mantenimiento de las salidas de filtro de aire acondicionado. La limitación que encontraron los autores a la hora de realizar el estudio fue la falta de información por parte del fabricante acerca del diámetro, la longitud y el revestimiento de las fibras que componen el aire acondicionado.

Conde-Salazar L.³² (2004) estudia 18 trabajadores de la industria químico-farmacéutica que intervienen en la elaboración de los medicamentos entre los años 1984-2002. Estos casos presentaban lesiones cutáneas compatibles con DCAT, por lo que se realizaron pruebas epicutáneas estándar del GEIDC junto a productos propios con los que contactaban cada uno de los trabajadores. La lectura se realizó en D2 y D4, encontrándose que los agentes más sensibilizantes eran el *carbocromeno* y la *famotidina* (+++ en 6 de los 18 pacientes estudiados, 3 para cada fármaco), frente a grupo control de 25 voluntarios. Estos autores concluyen en la importancia de realizar pruebas epicutáneas en aquellos trabajadores con sospecha de DCAT incluyendo todas las sustancias con las que los individuos podrían estar en contacto, tanto el principio activo como el producto final del mismo.

Dentro de los artículos que presentan casos aislados es el de **Yeon Byun J.**³³ el más reciente (enero de 2014). Presenta un caso de DCAT en un trabajador técnico de laboratorio de la industria química que manipula diversos productos entre los que se encuentra el *ácido trifluoroacético (TFA)*, disolvente orgánico con múltiples usos. Se relaciona por primera vez esta sustancia con la posibilidad de aparición de DCAT, según los resultados de las pruebas epicutáneas que fueron positivas en el caso estudiado frente a los 5 controles sanos negativos, la localización de las lesiones y la ausencia de las mismas al retirarle del puesto de trabajo, sugieren su relación laboral.

Geier J.³⁴ (2013) estudian el caso de una enfermera que desarrolla DCAT por *didecildimetilamonio (DDAC)*, químico usado como desinfectante, agente tensoactivo, suavizante de tela, agente antiestático y espermicidas. Las pruebas epicutáneas dieron resultado positivo a concentración de 0,1% y negativo a 0,01%. Se comparó con un control en el que las pruebas epicutáneas fueron negativas. Los autores recomiendan usar pruebas epicutáneas con dos concentraciones diferentes de DDAC al 0,1% y al 0,01% para no infravalorar resultados.

Oliphant T.³⁵ (2011) analiza el caso de un trabajador de mantenimiento en una fábrica de polímeros que desarrolla DCAT por *dihidrocloruro 2- 2' azobis (2-metilpropioamidina)*, toma como grupo de control a 20 trabajadores sanos voluntarios, los resultados de las pruebas epicutáneas fueron positivos en el trabajador expuesto y negativo en los controles. La ficha técnica del producto no indica que produjera irritación. Los autores argumentan las dificultades para el desarrollo del estudio derivadas de la diferente denominación que recibe el mismo compuesto químico, lo que generara incertidumbre en relación al compuesto estudiado.

Neumark M.³⁶ (2011) presenta un caso de DCAT debido al *pantoprazol* en un técnico de maquinaria de industria farmacéutica. Los estudios realizados hasta la fecha muestran DC y DCAT en otros fármacos de la familia como *omeprazol*, *benzimidazol*, o *lansoprazol*, pero éste es el primer caso descrito de DCAT por *pantoprazol*. Los resultados positivos a las pruebas cutáneas en el caso frente a la negatividad en 10 controles, así como la localización de las lesiones y la remisión tras 2 meses de evitar la exposición, evidencian la sensibilización al *pantoprazol*.

Neumark M.³⁷ (2009) expone un caso de DCAT con angioedema debido al *simvastatina*, *carvedilol* y *zolpidem* en un técnico de maquinaria de industria farmacéutica. La asociación de cuadros de DCAT por *simvastatina* es conocida. Sin embargo es la primera vez que aparecen asociados con la exposición a *carvedilol*, y *zolpidem*. Los resultados positivos a pruebas cutáneas en el caso frente a la negatividad en 10 controles, así como la localización de las lesiones y la su remisión tras 3 meses de evitar la exposición, evidencian la sensibilización a la *simvastatina*.

Corazza M.³⁸ (2008) presenta un caso de DCAT debido a *budesonida* en una trabajadora que administra este fármaco. Los resultados evidencian la asociación entre DC y DCAT, con distintos grupos de corticoides, presentando además una sensibilización

cruzada hasta en el 90% de los casos, como se demostró con la *hydrocortisona-17-butyrate* a la que el caso no había tenido antecedentes de contacto.

Isaksson M.³⁹ (2007) presenta un caso de DCAT debido a *metil metacrilato (MMA)* en una enfermera dental atópica (sensible a níquel, cobalto, myroxylon, pereira, mezcla de perfuma, colofonia, epoxi, formaldehído, cuaternium-15 y budesonida). Se estudió si el cuadro de dermatitis era debido a una exposición laboral por vía areotransportada. Confirmándose esta relación por la positividad de las pruebas epicutáneas, de acuerdo con ICDRG en D3 y D7 a *MMA*, *trietilenglycol dimethacrylate (TEGDMA)*, *etilenglycol dimethacrylate (EGDMA)*, *2,2-bis(4-(2-Hidroxi-3-metacriloxipoxi)fenil)-propano (bis-GMA)*, *2-hydroxyethyl methacrylate (2-HEMA)* la respuesta fue más intensa para las dos últimas, y débilmente positivas para metacrilatos. Las tomas de muestras se realizaron mediante una bomba de aire con filtro de teflón XAD-2, obteniéndose un solo resultado positivo en el polvo de un escritorio de la clínica.

Pontén A.⁴⁰ (2006) estudia un caso de DCAT debido a *budesonida* en una auxiliar de enfermería en la que se confirmó una dermatitis aerotransportada en base a las características de las lesiones dérmicas, su distribución, los resultados de las pruebas epicutáneas, y la desaparición de las mismas una vez que el trabajador dejaba de estar en contacto con dicho agente. La concentración del fármaco en el ambiente era extremadamente baja, con lo que se llegó a la conclusión de que la paciente era altamente sensible a la *budesonida*.

Blancas R.⁴¹ (2006) analiza un caso de DCAT por *pristinamicina* en un trabajador de industria farmacéutica que se encarga de la granulación y compresión de distintos medicamentos. Se realizaron pruebas epicutáneas de la serie estándar GEIDC con resultados negativos. Las pruebas cutáneas se repitieron con diferentes concentraciones, dando D2 y D4 ++, frente a un grupo de 10 controles voluntarios, el los que las pruebas dieron resultados negativos. Los autores concluyen que este efecto es debido a las propiedades sinérgicas que comparte con la *virginiamicina* (otro macrólido), ya que ambos medicamentos presentan factores sensibilizantes comunes (factor IIA de la *virginiamicina* y M de *pristinamicina*). Por ello recomiendan el uso de medidas de protección y control de la higiene industrial en aquellos trabajadores expuestos a sustancias con alto poder irritante.

Bousquet PJ.⁴² (2005) expone un caso de *HBTU (O-(benzotriazol-1-il)-N, N, N', N'-tetrametiluronio hexafluorofosfato*, químico usado en síntesis protéica) en un trabajador de la industria química que manipulaba este producto, el diagnóstico de DCAT se basó en las características de las lesiones dérmicas, la distribución, los resultados de la biopsia, así como los resultados de las pruebas epicutáneas, y la desaparición de las mismas una vez que el trabajador dejaba de estar en contacto con dicho agente.

La [Tabla VI](#) sintetiza los resultados obtenidos de los artículos más relevantes.

Tabla VI. Síntesis de la evidencia de publicaciones analizadas sobre dermatitis aerotransportada en la industria química, farmacéutica y sector sanitario, difundidas en el periodo (2006-2014)

AUTOR	AÑO	TÍTULO	DISEÑO	MUESTRA	RESULTADOS	NEV(**)
Swinnen I. ²⁸	2013	Occupational airborne contact dermatitis from benzodiazepines and other drugs.	Transversal: Serie de casos.	4 casos: 2 enfermeras, 1 farmacéutica y 1 auxiliar de farmacia.	Clínica: Dermatitis parpebral y en dorso de las manos Respuesta positiva D2 y D4 en los 4 casos para benzodiazepinas. El tetrazepam produce resultados +++/++ (*) en 3 de los 4 casos. Antidepresivo (hidrocloruro de tiazolona): Resultado + en 2 de los 4 casos Beta bloqueantes: resultado ++ en 1 de los 4 casos IECAs: resultado + en 2 de los 4 casos IBP: Resultado +++ en 1 de los 4 casos	3
Malaiyandi V. ²⁹	2012	Airborne allergic contact dermatitis from tylosin in pharmacy compounders and cross-sensitization to macrolide antibiotics.	Transversal: Serie de casos con grupo control comparativo.	2 mujeres. 5 controles voluntarios	Clínica: Lesiones liquenificadas en escote, cuello, cara, orejas y antebrazos. Respuesta ++ a la tilosina al 5% pet tanto en D2- D4. D2 y D4: negativos en 5 controles voluntarios. Ausencia de reacción cruzada a los macrólidos en los casos estudiados.	3
Braun-Falco M. ³⁰	2008	Alkalization of wall paint prevents airborne contact dermatitis in patients with sensitization to isothiazolinones.	Ensayo Clínico no aleatorizado. Sin grupo de control.	4 casos: 3 varones y 1 mujer.	Clínica: Dermatitis alérgica en áreas expuestas. Rinococonjuntivitis. Patch test MCI/MI: resultados ++ D2 en 2 de los 4 trabajadores. Ausencia de síntomas tras exposición a Alpina Sensan. Se recalca la importancia del uso de pinturas libres de colorantes en pacientes con sensibilización previa conocida al Kathon.	2-
Jiska A. ³¹	2005	Airborne irritant contact dermatitis due to synthetic fibres from an air-conditioning filter.	Transversal: Serie de casos.	8 mujeres UCI, se analizan 5: 2 fisioterapeutas, 2 enfermeras y 1 auxiliar.	Clínica: Dermatitis parpebral, mejillas, orejas y cuello. D2, D3 y D7: negativo tras realizar patch test de la serie europea estándar. Prick test con goma de látex natural: negativo en todos los casos. Estudio microscópico de las fibras del aire acondicionado como sospecha de agente causal. Tras sustituirlo desaparecen las DCAI en las trabajadoras.	3
Conde-Salazar L. ³²	2004	Dermatitis alérgica aerotransportada en la industria químico-farmacéutica.	Transversal: Serie de casos con grupo control comparativo.	18 casos: 13 varones y 5 mujeres con 25 controles.	Clínica: 6 casos de dermatitis, 6 casos de edema parpebral y angioedema, 6 casos de prurito sin lesiones cutáneas, 2 casos de ecema dishidrótico. 18 casos todos tuvieron pruebas epicutáneas positivas tanto a las 48-96h tanto para el producto químico (en el caso de antiH2, IBP, propanolol, carbocromeno, bisulfato sódico de vitamina K3) como para los metabolitos intermedios. Resultados negativos en todos los controles. Respuesta +++ para Carbocromeno y Famotidina en D2 y D4. En 4 casos se detectaron síntomas respiratorios: rinitis e insuficiencia respiratoria asociado a: Alcaloides del opio, Citosina y Famotidina.	3

* + Reacción positiva, eritema y pápulas. ++ Reacción fuerte positiva: eritema, edema, pápulas y vesículas. +++ Reacción altamente positiva: eritema, edema y ampollas.

** N. Ev. = Nivel de evidencia científica según la clasificación SIGNS.²⁷

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La principal limitación encontrada ha sido el bajo nivel de evidencia científica de los artículos revisados. En general se tratan de series de casos y comunicaciones de casos puntuales, lo que implica una validez externa cuestionable debido a su reducido tamaño muestral.

La literatura científica recuperada, demuestra la asociación entre las DCAT y la presencia de sustancias irritantes en el lugar de trabajo⁴³, en este caso, en la industria química, farmacéutica y en personal sanitario, reforzando el hecho de que nos encontramos ante una forma de presentación prevalente dentro de la patología dermatológica laboral³² y demostrando el interés y la relevancia del tema a nivel médico-laboral.

Swinnen I., tras la última revisión de DCAT⁴⁴, señala un aumento de los casos de dermatitis asociadas con la exposición a fármacos, encontrando **14** nuevos casos durante los 4 años de estudios, con respecto a una anterior revisión realizada, en la que sólo se encontraron **9** casos⁴⁵. En esta revisión, se han obtenido 6 nuevos casos de dermatitis por fármacos no clasificados como alérgicos aerotransportados en las revisiones realizadas entre los años 2006-2014, quedando así demostrado, un aumento en el interés del estudio y la trascendencia de las DCAT.

La budesonida y el tetrazepam son las sustancias que de forma más frecuente han sido estudiadas en los últimos años como causantes de DCAT. Uno de los últimos estudios publicados acerca de las benzodiazepinas en profesionales sanitarios²⁸, fue realizado con el propósito de determinar si esta familia de medicamentos presentaba reacción cruzada al usarlos conjuntamente. Aunque sus autores no pudieron concluir dicha reacción, sirvió para aumentar el convencimiento del efecto irritante del tetrazepam atribuible potencialmente a su diferente estructura química con respecto al resto de las benzodiazepinas. Sin embargo, los estudios analizados sobre la budesonida³⁸, sí muestran la existencia de reacción cruzada con otro corticoide (hidrocortisona-17-burirato).

En esa misma revisión⁴⁴ Swinnen *et al.* posicionan a los compuestos químicos como cuarta causa de DCAT, tras el grupo de fármacos, plantas y plásticos.

En esta revisión, se han encontrado 3 nuevos casos de DCAT por químicos comunicados en los últimos años³³⁻³⁵.

Dentro de las publicaciones más recientes cabe destacar el estudio realizado en 2008 por Braun-Falco M. sobre Kathon CG, éste agente es el principal irritante dermatológico de origen químico estudiado^{44,45}, siendo este trabajo uno de los pocos estudios que relacionan la exposición a Kathon con la aparición de cuadros de dermatitis aerotransportada⁴⁶.

También llama la atención los resultados del estudio más reciente publicado hasta la fecha (Enero 2014) acerca de la capacidad irritativa del TFA por vía aerotransportada³³, un reactivo utilizado en síntesis orgánica, del cual no se había descrito en la literatura como agente causal de DCAT⁴⁴⁻⁴⁸.

A continuación, se detalla en la **Tabla VII**, los alérgenos encontrados en las últimas publicaciones analizadas, no identificados como agentes causantes de DCAT según la última revisión realizada entre los años 2007-2011^{46, 47}.

Tabla VII. Nuevos alérgenos encontrados en las publicaciones entre 2006-2014

Fármacos	Productos químicos
Tilosina	TFA (Ácido Trifluoroacético)
Carbocromeno	Dihidrocloruro 2,2'-azobis (2- metilpropanamida)
Famotidina	Fibras de polipropileno (PP) y polietileno (PE)

Los resultados de las publicaciones revisadas, junto a la información estadística disponible sobre notificación de enfermedad profesional en el período enero-diciembre 2013, ponen de manifiesto la importancia de las DCAT en el ámbito laboral, situándolas por su incidencia como la cuarta causa de enfermedad profesional con baja laboral.

Dentro de este grupo, las dermatosis producidas por sustancias de bajo peso molecular, entre las que se incluyen las DCAT, suponen la primera causa de baja⁴⁹, si bien, con una menor duración de la baja laboral, con una media de 30,43 días por trabajador, afectando más al sexo femenino en los sectores analizados⁴⁹.

Otro de los objetivos de esta revisión, es establecer, si en la literatura publicada existe evidencia científica sobre población especialmente sensible a desarrollar esta patología. Del total de 42 casos estudiados en las diferentes publicaciones, sólo 7 presentaban antecedentes de atopia o alergia, lo que puede hacer hipotetizar que este tipo de antecedente no tiene la influencia esperada en la aparición de síntomas de DCAT.

También se analizó la variabilidad o la armonización sobre los criterios de diagnóstico para este tipo de patología, observándose como punto común en los artículos analizados, la realización de pruebas epicutáneas o patch test con la batería estándar de alérgenos usados según diferentes países (GEIDAC, Europeas TRUE TEST, serie estándar Norteamericana, British Society for Cutaneous Allergy...) así como prick test o pruebas intradérmicas en los casos de sospecha de causa irritativa. La lectura de pruebas a las D2: 48 y D4: 96 horas, es también común en los casos presentados, aplicando los criterios de valoración (+, ++ y +++) recomendados por la ICDRG y en aquellos casos con resultado dudoso realizar una lectura tardía D5-D7.

Con respecto a las medidas de protección del trabajador, los artículos analizados no especifican si los trabajadores expuestos usaban equipos de protección, y en caso de que lo hicieran⁴¹, no aclaran si lo hacían de forma correcta. Por ello, se ha podido concluir que la mayor parte de los casos de DCAT en los trabajadores de la industria química, farmacéutica y sanitaria pueden ser debidos a una exposición directa al alérgeno, más que a una condición individual de susceptibilidad, teniendo en cuenta que la mayoría de los síntomas mejoran con un tratamiento tópico adecuado e incluso llegan a desaparecer cuando el trabajador deja de estar en contacto con el alérgeno^{42, 33}.

Por razones sociales, humanas y económicas los trabajadores expuestos a sustancias químicas dañinas deben estar protegidos para desarrollar sus actividades laborales.

Las medidas preventivas pueden reducir en gran parte el riesgo de las dermatitis profesionales. Las medidas de prevención individuales o colectivas son principalmente el uso de ropa protectora, evitar la exposición a materiales con potencial alergénico o tratar de sustituirlo por otro que carezca de esas propiedades, uso adecuado de agentes de limpieza y cremas de barrera, establecer condiciones de aseo personal que resulten fáciles y convenientes, automatizar el proceso si las condiciones de trabajo son peligrosas para el reducir el tiempo de exposición a la sustancia peligrosa y supervisión, educación y buen mantenimiento y limpieza del sitio de trabajo, entre los que se incluyan sistemas de ventilación adecuados^{50, 51}.

Desde el punto de vista de la prevención, podemos concluir que el factor principal de riesgo es la exposición directa al alérgeno en el trabajo, viéndose asociadas principalmente sustancias de bajo peso molecular, que por sus características son más difíciles de identificar en el ambiente laboral y por lo tanto, pasan inadvertidas como causantes de la patología.

En función del estado de conocimiento actualmente existente sobre las DCAT, se puede concluir que la DCAT representa una forma de manifestación de la patología dermatológica de origen laboral, clínicamente bien descrita, pero sobre la que existe una escasa evidencia en relación a la historia natural de la enfermedad: etiología, vulnerabilidad, mecanismos de actuación, etc. Este hecho, unido al incremento en el número de casos

informados en la literatura científica, la convierte en un tema de interés preferente en la investigación de la enfermedad profesional de naturaleza dermatológica.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Lachapelle JM. *Contact dermatitis*. 2011; P1-9.
- Tato R, Sanz J, del Campo M, Agulló A. Dermatitis de contacto en el medio laboral. *Medicina del Trabajo* 1999;(1): 11-17.
- Diepgen T, Kanerva L. Occupational skin diseases. *Eur J Dermatol*. 2006;(3): 324-30.
- Sasseville D. Occupational contact dermatitis. *Allergy, Asthma and Clinical Immunology*. 2008(2): 59-65.
- Chew AL, Maibach HI. Occupational issues of irritant contact dermatitis. *Int Arch Occup Environ Health*. 2003;(5): 339-46.
- Domingues JC, Gonçalves M, Gonçalves S. Dermatitis de contacto aerotransportadas. *Med Cut*. 1994; (22): 251-6.
- Pere J. Editor. Manual de alergia cutánea. *MRA* 2011; P105-123.
- Heras-Mendoza F, Conde-Salazar L. Wood related occupational contact dermatitis. *Contact Dermatitis* 2008; (Suppl. 1): 11.
- Vena GA, Foti C, Grandolfo M, et al. Contact irritation associated with airborne contact irritation from mustard gas. *Contact Dermatitis* 1994; (31): 130-1.
- Verbeck SJ, Bruise-ban Unnick EMM, Malten KE. Itching in office workers from glass fibers. *Contact Dermatitis* 1981; (7): 354.
- Eedy DJ. Carbon-fibre-induced airborne irritant contact dermatitis. *Contact Dermatitis* 1996; (35): 362-3.
- Romaguera C, Vilaplana J. Airborne occupational contact dermatitis from ethylene oxide. *Contact Dermatitis* 1998; (39): 85.
- Dooms-Goossens A, Deleu H. Airborne contact dermatitis: an update. *Contact Dermatitis* 1991; (25): 211-7.
- Lachapelle JM, Frimat P, Tennstedt D, et al. Dermatoses aéroportées. *Dermatologie Professionnelle et de l'Environnement*. 1992; 141-56.
- Nakamura M, Arima Y, Nobuhara S, et al. Airborne photo-contact dermatitis due to the pesticides maneb and fenitrothion. *Contact Dermatitis* 1999; (40): 222-3.
- Goh CL, Ho SF. An outbreak of acneiform eruption in a polyvinylchloride manufacturing factory. *Dermatosen* 1988; (36): 53-7.
- Baur X, Ammon J, Chen Z, Beckmann U, Czuppon AB. Health risk in hospitals through airborne allergens for patients presensitized to latex. *Lancet* 1993; (342): 1148-9.
- Downs AMR, Sansom J. Airborne contact dermatitis from epoxy resin in an immersion oil used for microscopy. *Contact Dermatitis* 1998; (39): 267.
- Gawkrodger DJ. Patch testing in occupational dermatology. *Occup Environ Med*. 2001; (12): 823-8.
- Goossens A. Airborne dermatosis. *Acta Dermatovenerol Croat* 2006; (14): 153-55.
- De la Fuente I, Bell B, Ibarz J. Estudio epidemiológico de las dermatosis profesionales en el hospital. *Medicina del Trabajo*. 1998; (6): 335-340.
- Insht.net [Internet]. España. INSHT; 2006; [citado 10 nov 2013]. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/TextosLegales/RD/2006/1299_2006/PDFs/realdecreto12992006de10denoviembreporelqueseapruebael.pdf
- Conde-Salazar L., *Dermatología Laboral. Tratado de Medicina del Trabajo*. 2005: 695.
- Barchino Ortiz L, Cabrera Fernández E, Moreno Manzano G, Heras Mendoza F, Conde-Salazar Gómez L. Dermatosis profesionales en cuidadores de ancianos. *Medicina y Seguridad del Trabajo* 2007; (53): 35-46.
- Gawkrodger DJ. Patch testing in occupational dermatology. *Occup Environ Med*. 2001; (12): 823-8.
- Downs AMR, Sansom J. Airborne contact dermatitis from epoxy resin in an immersion oil used for microscopy. *Contact Dermatitis* 1998; (39): 267.

27. Scottish Intercollegiate Guidelines Network. SIGN 50: 2001.
28. Swinnen I, Ghys K, Kerre S, Constandt L, Goossens A. Occupational airborne contact dermatitis from benzodiazepines and other drugs. *Contact Dermatitis*. 2013 Nov 30.
29. Malaiyandi V, Houle MC, Skotnicki-Grant S. Airborne allergic contact dermatitis from tylosin in pharmacy compounders and cross-sensitization to macrolide antibiotics. *Dermatitis*. 2012 Sep-Oct; (5): 227-30.
30. Braun-Falco M, Knott E, Huss-Marp J, Ring J, Hofmann H. Alkalization of wall paint prevents airborne contact dermatitis in patients with sensitization to isothiazolinones, *Contact Dermatitis*. 2008; (2):129-31.
31. Patiwael JA, Wintzen M, Rustemeyer T, Bruynzeel DP. Airborne irritant contact dermatitis due to synthetic fibres from an air-conditioning filter. *Contact Dermatitis*. 2005 Mar; (3): 126-9.
32. Luis Conde-Salazar, Elena Vargasa, Ruud Valksa. Dermatitis alérgica aerotransportada en la industria químico-farmacéutica. *Actas Dermosifiliogr*. 2004; (95): 429-35.
33. Byun JY, Woo JY, Choi YW, Choi HY. Occupational airborne contact dermatitis caused by trifluoroacetic acid in an organic chemistry laboratory. *Contact Dermatitis*. 2014; (1): 63-4.
34. Geier J, Lessmann H, Krautheim A, Fuchs T. Airborne allergic contact dermatitis caused by didecylidimethylammonium chloride in a geriatric nurse. *Contact Dermatitis*. 2013; (2): 123-5.
35. Oliphant T, Wilkinson M, Wright A., Allergic contact dermatitis caused by 2,2-azobis(2-methylpropionamidine) dihydrochloride used in the manufacture of acrylic polymer, *Contact Dermatitis*. 2011; (6): 356-7.
36. Neumark M, Ingber A, Levin M, Slodownik D., Occupational airborne contact dermatitis caused by pantoprazole. *Contact Dermatitis*. 2011; (1): 60-1.
37. Neumark M, Moshe S, Ingber A, Slodownik D. Occupational airborne contact dermatitis to simvastatin, carvedilol, and zolpidem. *Contact Dermatitis*. 2009; (1): 51-2.
38. Corazza M, Baldo F, Osti F, Virgili A. Airborne allergic contact dermatitis due to budesonide from professional exposure. *Contact Dermatitis*. 2008; (59): 318-9.
39. Isaksson M, Zimerson E, Svedman C., Occupational airborne allergic contact dermatitis from methacrylates in a dental nurse. *Contact Dermatitis*. 2007 Dec; 57(6): 371-5.
40. Pontén A. Airborne occupational contact dermatitis caused by extremely low concentrations of budesonide. *Contact Dermatitis*. 2006 Aug; (2): 121-4.
41. Blancas-Espinosa R, Conde-Salazar L, Pérez-Hortet C. Occupational airborne contact dermatitis from pristinamycin. *Contact Dermatitis*. 2006 Jan; 54(1): 63-5.
42. Bousquet PJ, Guillot B, Guilhou JJ, Raison-Peyron N. Occupational airborne allergic contact dermatitis due to HBTU. *Contact Dermatitis*. 2005; (1): 53-4.
43. Huygens S, Goossens A. An update on airborne contact dermatitis. *Contact Dermatitis*. 2001; (1): 1-6.
44. Schubert H. Airborne contact dermatitis due to methylchloro and methylisothiazolinone (MCI/MI). *Contact Dermatitis* 1997; 36: 274.
45. Ana Rita Rodrigues Barata, Jesús Rodríguez Espinosa, Felipe Heras Mendaza, Luis Conde-Salazar Gomèz. Kathon CG and Occupational Dermatology. An update. *Med Segur Trab (Internet)* 2012; 58 (228) 237-245.
46. Swinnen I, Goossens A. An update on airborne contact dermatitis: 2007-2011. *Contact Dermatitis*. 2013; (4): 232-8.
47. Santos R, Goossens A. An update on airborne contact dermatitis: 2001-2006. *Contact Dermatitis*. 2007; (6): 353-60.
48. Eidman, KF, Nichols, L. Paquette. ed. Encyclopedia of Reagents for Organic Synthesis. 2004.
49. Sanjeev H, Dipankar D, Rahul M. Current perspectives in etiopathogenesis and management. *Indian J Dermatol*. 2011; (6): 700-706.
50. Seg-social.net [Internet]. España: CEPROSS-8. 2013. [citado 25 Enero 2013] Disponible en: http://www.seg-social.es/Internet_1/Estadistica/Est/Observatorio_de_las_Enfermedades_Profesionales/cepross2k11/Partes_cerrados/Tablas/index.htm
51. Meza B. Dermatoses profesionales. *Dermatología Peruana*. 2006; (1): 67-68.

Revisiones

Enfermedades profesionales en la industria del cobre: extracción, manufactura y reciclaje

Occupational diseases in copper industry: extraction, manufacturing and recycling

Cabrera-Marutz, CD.¹ Velásquez-Alcalá, S.² Vrhovac-Biljesko, J.¹

1. Unidad Docente de Medicina del Trabajo de la Comunidad de Madrid, Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid. España.
2. Unidad Docente de Medicina del Trabajo de la Comunidad de Madrid, Hospital Universitario La Paz. Madrid. España.

Recibido: 23-01-14

Aceptado: 17-07-14

Correspondencia

Carlos D. Cabrera Marutz
Médico Especialista en Medicina Familiar y Comunitaria
Residente Medicina del Trabajo
Servicio de Prevención de Riesgos Laborales
Hospital Universitario 12 de Octubre
Avda. de Córdoba, s/n
28041 Madrid. España.
Teléfono: 910221081
Correo electrónico: energeticoscys@gmail.com

Resumen

Introducción: El cobre por sus características se utiliza en una gran variedad de aplicaciones en la industria energética, sus múltiples usos unidos a la expansión y evolución de los diversos sectores industriales lo hacen una pieza fundamental para lograr el desarrollo sostenible de la sociedad actual. La minería, procesamiento, reciclaje y su transformación genera riqueza, crea puestos de trabajo y a su vez puede suponer un riesgo potencial para el desarrollo de enfermedades profesionales.

Objetivo: Realizar una revisión bibliográfica que permita identificar las principales enfermedades profesionales que desarrollan los trabajadores de la industria de cobre.

Metodología: Se realizó búsqueda bibliográfica en las siguientes bases de datos: MEDLINE (PUBMED), OSH UPDATE, IBECS, LILACS. Se revisó la literatura científica en busca de posibles enfermedades profesionales en la industria del cobre.

Resultados: Se incluyeron en el estudio un total de 16 artículos científicos que cumplían los criterios de inclusión, agrupándolos en 4 categorías: cáncer de pulmón y vías respiratorias 10; 6 describían enfermedades respiratorias crónicas (neumoconiosis, EPOC); 5 se referían a otros tipos de cánceres (urotelial, Linfoma No Hodking, de estómago, de vejiga, de colon, de hueso, de hígado) y 2 reportaron alergias de contacto.

Conclusiones: Las principales enfermedades detectadas en los trabajadores de la industria del cobre fueron cáncer de pulmón y vías respiratorias y en segundo lugar enfermedades respiratorias crónicas. La

minería fue el sector más afectado. Existe escasa literatura científica que identifique la aparición de enfermedades profesionales relacionadas con el reciclaje de cobre.

Med Segur Trab (Internet) 2014; 60 (237) 756-778

Palabras Clave: *Cobre; Minería; Enfermedades Profesionales; Reciclaje; Manufactura; Fundición.*

Abstract

Introduction: Due to its characteristics, copper is used in a variety of applications in the energy industry. Its many uses, along with the expansion and evolution of the various industrial sectors, constitute it a vital piece for the sustainable development of the society. The mining industry, the mining process, recycling and its transformation generates wealth, creates jobs and in turn it may mean a potential risk for the development of occupational diseases.

Objective: To do a literature review to identify the main diseases related to copper industry.

Methodology: A literature search was conducted in the following databases: MEDLINE (PUBMED), OSH UPDATE, IBECs and LILACS. Scientific literature was reviewed for possible occupational diseases in the copper industry.

Results: A total of 16 scientific articles meeting the inclusion criteria were included in the study, we grouped them into 4 categories: lung cancer and respiratory tract diseases-10 articles; 6 articles describing chronic respiratory diseases (pneumoconiosis, COPD); 5 articles related to other types of cancers (urothelial cancers, non-Hodgkin lymphoma, stomach, bladder, colon, bone and liver) and 2 articles reporting contact allergies.

Conclusions: The main diseases among industrial workers were lung cancer and respiratory system diseases. On the second place were chronic respiratory diseases. Mining was the most affected sector. There is a poor scientific literature which identifies the occurrence of occupational diseases related to copper recycling.

Med Segur Trab (Internet) 2014; 60 (237) 756-778

Keywords: *Copper; mining; occupational diseases; recycling; manufacturing; foundry.*

INTRODUCCIÓN

El cobre por sus características se utiliza en una gran variedad de aplicaciones en la industria energética, sus múltiples usos unidos a la expansión y evolución de los diversos sectores industriales lo hacen una pieza fundamental para lograr el desarrollo sostenible de la sociedad actual. La minería, procesamiento, reciclaje y su transformación genera riqueza, crea puestos de trabajo y a su vez puede suponer un riesgo potencial para el desarrollo de enfermedades profesionales.

El cobre es un elemento metálico maleable y dúctil que es un excelente conductor de calor y electricidad, además de ser resistente a la corrosión y antimicrobiano. El cobre se produce de forma natural en la corteza terrestre en una variedad de formas. Puede ser encontrado en depósitos de sulfuros (como calcopirita, bornita, calcocita, covelita), en los depósitos de carbonato (como la azurita y malaquita), en los depósitos de silicatos (como chrysocolla y diopside) y cobre puro «nativo»¹.

El cobre también se halla naturalmente en los seres humanos, animales y plantas. Todas las formas de vida orgánica se han desarrollado en un entorno que contiene cobre. Como un nutriente y un elemento esencial, el cobre es vital para mantener la salud ya que algunas funciones de mantenimiento de la vida dependen de cobre.

El cobre es uno de los metales más reciclado. Su alta reciclabilidad lo hace ser un material de elección. Cobre reciclado (también conocido como cobre secundario) no se puede distinguir de cobre primario (cobre originario a partir de minerales), una vez reprocesado. Con el reciclaje de cobre se extiende la eficiencia del uso del metal, se traduce en un ahorro de energía y contribuye a asegurar que tenemos una fuente sostenible de metales para las futuras generaciones.

La demanda de cobre seguirá siendo conocida por el descubrimiento de nuevos yacimientos, las mejoras tecnológicas, diseño eficiente, y el aprovechamiento de la reutilización y el reciclaje. Además, la competencia entre los materiales, y la oferta y la demanda de principio, contribuyen a garantizar que los materiales se utilizan de manera eficiente y eficaz.

El cobre es un importante contribuyente a la economía nacional de los países desarrollados y en vías de desarrollo. La minería, el procesamiento, el reciclaje y la transformación de metal en una multitud de productos, crea puestos de trabajo y genera riqueza. Estas actividades contribuyen a la construcción y mantenimiento de la infraestructura de un país, y crean oportunidades de comercio e inversión. El Cobre seguirá contribuyendo al desarrollo de la sociedad en el futuro haciendo contribuciones vitales a mantener y mejorar la sociedad.

Las características químicas del cobre, las propiedades físicas y estéticas lo convierten en un material de elección en una amplia gama de aplicaciones de la tecnología doméstica, industrial en general, electrónica, etc.

Aleado con otros metales, tales como zinc (para formar latón), de aluminio o de estaño (para formar bronce), o níquel, por ejemplo, se pueden adquirir nuevas características para su uso en aplicaciones altamente especializadas. Los beneficios del cobre se extienden más allá de las características mecánicas:

- El cobre es esencial para la salud de las plantas, los animales y los seres humanos. Las deficiencias, así como los excesos, pueden ser perjudiciales para la salud.
- Propiedades antimicrobianas: Debido a las propiedades antimicrobianas del cobre, éste y sus aleaciones pueden ser utilizados para eliminar agentes patógenos y reducir la propagación de enfermedades.
- Reciclaje: El cobre es uno de los metales más reciclado. Prácticamente todos los productos a base de cobre pueden ser reciclados y el cobre reciclado no pierde ninguna de sus propiedades químicas o físicas.

- Eficiencia Energética: El cobre puede mejorar la eficiencia de los sistemas de producción y distribución de energía.

La demanda mundial de cobre sigue creciendo; su uso en el mundo refinado se ha más que triplicado en los últimos años gracias a la expansión de sectores como el de los productos eléctricos y electrónicos, la construcción de edificios, maquinaria y equipo industrial, equipo de transporte, y productos en general. Algunos de los aspectos más destacados de la producción y el uso del cobre se enumeran a continuación (Tabla 1):

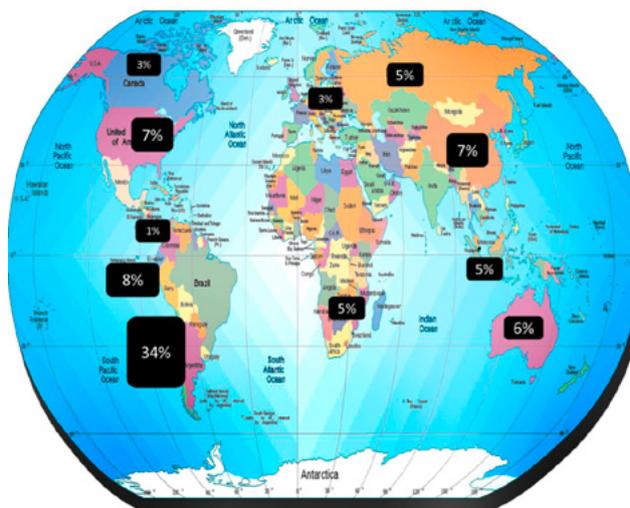
INDUSTRIA ELÉCTRICA	Sistemas eléctricos: cables, generadores, motores, transformadores
ENERGÍA RENOVABLE	Eólica, geotérmica, paneles solares
INDUSTRIA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES	Dispositivos electrónicos, sistemas de transmisión de datos, ADSL, HDSL, internet, telefonía, microprocesadores
INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN	Plomería, grifos, válvulas, fachadas, toldos, puertas, marcos de ventana, rociadores de incendios, techos etc.
INDUSTRIA DEL TRANSPORTE	Barcos, buques, automóviles, vehículos eléctricos e híbridos, aviones, trenes
MAQUINARIA Y EQUIPO INDUSTRIAL	Engranajes, cojinetes y alambres de turbina

La Enfermedad Profesional se define médicamente como el daño, la patología médica o traumática provocada por la presencia en el medio ambiente laboral de factores o agentes físicos, químicos o biológicos que merman la salud del trabajador. En España está definida en el Art. 116 de la Ley General de Seguridad Social: «la contraída a consecuencia del trabajo ejecutado por cuenta ajena en las actividades que se especifiquen en el cuadro que se apruebe por las disposiciones de aplicación y desarrollo de esta Ley, y que esta proceda por la acción de elementos o sustancias que en dicho cuadro se indiquen para cada enfermedad profesional». Esta definición sigue siendo válida para contar las enfermedades profesionales, pero con la aprobación de la Ley 20/2007 los trabajadores autónomos (no trabajan por cuenta ajena) si tienen derecho a las prestaciones por contingencia profesionales, en el caso de los autónomos económicamente dependientes es obligatoria la cotización y por tanto la prestación y para el resto de los autónomos esta cotización es voluntaria ².

PRODUCCIÓN MUNDIAL ¹

Las cifras preliminares indican que la producción minera mundial de cobre en el 2012 llegó a 16,7 millones de toneladas. El mayor productor de cobre de mina fue Chile (más de 5,4 millones de toneladas). Producción de fundición en 2012 alcanzó alrededor de 16,7 millones de toneladas. China fue el mayor productor de blíster y ánodos en 2012 (más de 5,3 millones de toneladas). Producción de Refinería en 2012 aumentó a 20,1 millones de toneladas, incluidos 3,6 millones de toneladas de la producción refinada secundaria ³ (Figura 1).

Figura 1. Producción minera mundial de Cobre



INDUSTRIA DE PRODUCCIÓN Y MANUFACTURA

La producción primaria de cobre comienza con la extracción de minerales que contienen cobre. Hay tres formas básicas de la minería del cobre: de superficie, la minería subterránea y lixiviación. La minería a cielo abierto es el método de explotación predominante en el mundo.

INDUSTRIA DEL RECICLADO

El cobre es uno de los pocos materiales que no se degradan o pierden sus propiedades químicas o físicas en el proceso de reciclaje. Teniendo en cuenta esto, el depósito de cobre existente en uso, se puede considerar una parte legítima de las reservas mundiales de cobre. Si se maneja adecuadamente, el reciclaje tiene el potencial de extender el uso de los recursos, y reducir al mínimo el uso de energía, algunas emisiones, y la eliminación de residuos. En 2011, el ICSG ³ estimó que más del 30 % del consumo de cobre proviene de cobre reciclado. Los requerimientos de cobre de algunos países dependen en gran medida de cobre reciclado para satisfacer las demandas internas. Sin embargo, el cobre reciclado por sí solo no puede satisfacer las necesidades de la sociedad, por lo que también nos basamos en el cobre producido a partir del tratamiento de los minerales.

PATOLOGÍAS DERIVADAS DEL USO DEL COBRE Y SUS ALEACIONES

La industria del cobre al ser tan amplia, abarca una gran cantidad de patologías que se asocian a la exposición laboral de los trabajadores que desempeñan sus funciones en este sector. Solo un pequeño porcentaje de estas patologías han sido consideradas como enfermedad profesional, entendiendo por esta según el acuerdo con el Protocolo de 2002 del Convenio sobre seguridad y salud de los trabajadores, 1981 de la OIT, como toda enfermedad contraída por la exposición a factores de riesgo que resulte de la actividad laboral ⁴.

En la industria de la minería interesa destacar la mayor incidencia del cáncer del pulmón así como las neumoconiosis, que son las enfermedades causadas por la inhalación del polvo inorgánico, dentro de las que se incluyen⁵:

- Silicosis.
- Neumoconiosis por metales.
- Neumoconiosis del trabajador del carbón.

- Asbestosis.
- Silicatosis.

La Silicosis es una enfermedad pulmonar fibronodular difusa causada por Sílice Cristalino [Dióxido de Silicio (SiO₂)_n]. El Sílice comprende una parte sustancial de la corteza de la Tierra, es uno de los minerales más comunes de la Tierra, que existe en forma de cristalino (o «sílice libre») y formas amorfas. Es la forma cristalina el motivo de preocupación ⁶. Altas exposiciones son frecuentes para los trabajadores de la fundición, mineros (pero muy variable dependiendo del contenido de sílice del mineral), canteros y arenadores. Bajas exposiciones son posibles cuando los polvos mezclados se inhalan. La población general no está expuesta a niveles suficientes para causar la enfermedad.

Las complicaciones de la silicosis incluyen la EPOC; infección por mycobacterias tuberculosis (Silicotuberculosis); infección por hongos oportunistas; artritis reumatoide y esclerodermia y riesgo aumentado de cáncer de pulmón (2 a 6 veces mayor), independiente de la asociación al tabaquismo ⁷.

La Neumoconiosis por metales es el depósito de mineral en el parénquima pulmonar, en particular los minerales con elevado número atómico.

En la siguiente tabla (Tabla 2) mostramos las enfermedades por exposición a metales pesados:

Tabla 2. Enfermedades profesionales por exposición a metales pesados

ESTANNOSIS	Estaño (Sn) (aleación Sn + Cu forman el Bronce)
SIDEROSIS	Hierro (Fe) Diferente a la Hemosiderosis donde el hierro es de origen endógeno.
BERILIOSIS	Berilio (Be). Exposición aguda: Edema Agudo de Pulmón. Exposición crónica: Sensibilización al Be que produce enfermedad símil a Sarcoidosis
BAUXITOSIS	Aluminio (Al)
BARITOSIS	Bario (Ba)
COBALTO (Co)	La exposición crónica produce Enfermedad Intersticial Pulmonar

Dentro de este grupo es importante mencionar la Enfermedad Crónica por Berilio ya que existe fuerte relación con la exposición profesional de los trabajadores de la industria de cobre y su aleación con berilio.

Enfermedad Crónica por Berilio (ECB) es una enfermedad profesional granulomatosa pulmonar y sistémica causada por la inhalación de berilio. La latencia de la enfermedad puede oscilar entre 1 y 30 años, pero generalmente se produce de 10 a 15 años después de la primera exposición. Presenta un curso variable, con agudizaciones y remisiones de sus manifestaciones clínicas. Sin embargo, la enfermedad suele ser progresiva.

El principal uso del berilio metálico se encuentra en la manufactura de aleaciones berilio-cobre y en el desarrollo de reactores nucleares. La adición de un 2% de berilio al cobre forma una aleación no magnética seis veces más fuerte que el cobre. Estas aleaciones berilio-cobre tienen numerosas aplicaciones en la industria de herramientas ya que no producen chispas, en las partes móviles críticas de aviones, así como en componentes clave de instrumentos de precisión, ordenadores, mecánicas, martillos, llaves y otras herramientas de berilio-cobre se emplean en refinerías petroleras y otras plantas en las cuales una chispa producida por piezas de acero puede ocasionar una explosión o un incendio. El berilio tiene muchos usos en la energía nuclear porque es uno de los materiales más eficientes para disminuir la velocidad de los neutrones, así como para reflejarlos.

Alergias de contacto: Se han evidenciado algunas alergias y dermatitis de contacto en trabajadores en contacto con el cuproníquel (aleación de Cu+Ni) y otros elementos tales como hierro y manganeso. Este metal no se corroe en agua de mar. Es comúnmente

usada en muchas monedas modernas de color plateado como la moneda de un euro y la parte exterior de la moneda de dos euros.

Intoxicación aguda por sales de cobre o Fiebre por Metales: Una exposición aguda a las sales de cobre puede causar una intoxicación aguda que se presenta con síntomas similares a la gripe y se caracteriza por fiebre, escalofríos, mialgias, vómitos y leucocitosis⁸. Los síntomas iniciales pueden manifestarse después de un período de hasta 24 horas. La recuperación no se acompaña con efectos residuales para la salud.

Actualmente la importancia del cobre se debe a sus múltiples usos en la industria en general; su capacidad de reciclarse entre otras de sus características, ha permitido que aumente la explotación de forma considerable, sin tomar en cuenta todo lo esto ha traído consigo y como ha influido en la salud de los trabajadores de la industria del cobre, es por este motivo que nos hemos planteado los siguientes objetivos:

OBJETIVOS

La presente revisión sistemática tiene como objetivo principal:

Realizar una revisión bibliográfica que permita identificar las principales enfermedades profesionales que desarrollan los trabajadores en la industria de cobre.

Formulándose los siguientes objetivos secundarios:

Identificar las enfermedades profesionales más frecuentes que se producen en los trabajadores de diferentes sectores de la Industria del Cobre: Extracción, Manufactura y Reciclaje.

Comprobar si las principales enfermedades profesionales que desarrollan los trabajadores de los diversos sectores de la industria del cobre están directamente relacionadas con los niveles de exposición a cobre o con la exposición a otros elementos que se utilizan en la industria.

METODOLOGÍA

Se realizó una búsqueda en las bases de datos bibliográficas (BDB) MEDLINE (Pubmed), LILACS, Scielo, Cochrane Library y el Índice Bibliográfico Español de Ciencias de la Salud (IBECS), utilizando descriptores Mesh-DeCS para establecer la estrategias de búsquedas («Copper»[Mesh]) AND «Occupational Diseases»[Mesh] y ((«Mining»[Mesh]) AND «Copper»[Mesh]) AND «Occupational Diseases»[Mesh], ((«Recycling»[Mesh]) AND «Copper»[Mesh]) AND «Occupational Diseases»[Mesh], ((«Manufacturing»[Mesh]) AND «Copper»[Mesh]) AND «Occupational Diseases»[Mesh], «Copper»[Mesh] AND «Work»[Mesh], («Copper»[Mesh]) AND «Toxicity» [Mesh].

Adicionalmente se realizó una búsqueda manual a través portales como Google, páginas web institucionales como la de la OIT e INSHT. Asimismo, a partir de bibliografía referida en los artículos encontrados a través de la estrategia de búsqueda anterior.

Se utilizaron como criterios de inclusión:

- Estudios en humanos.
- Publicados en los últimos 20 años (1993-2013).
- Estudios que relacionan la exposición al cobre con minería, manufactura y reciclado.
- Tipo de estudios: ensayos clínicos, meta análisis, estudios de cohorte, estudios de casos y controles, revisiones sistemáticas y casos clínicos.
- Escritos en español, inglés, francés, portugués y alemán.

Criterios de exclusión:

- Artículos que estudian el cobre como factor de riesgo fuera del ámbito laboral
- Estudios metabólicos del cobre como oligoelemento
- Estudios ambientales relacionados con la exposición al cobre
- Estudios en trabajadores de minería no relacionada con el cobre

A partir de la estrategia de búsqueda realizada en las distintas bases de datos descritas anteriormente se obtuvo una colección de 278 artículos. Una vez eliminados los artículos duplicados, redundantes, no pertinentes y aplicados los criterios de inclusión y exclusión preestablecidos, se obtuvo total de 14 artículos en esta primera búsqueda. Se completó la colección a través de una búsqueda manual obteniendo 6 artículos más para un total de 20 artículos. De los 20 artículos incluidos en nuestra revisión sistemática 2 correspondían a artículos de revisión que dada su importancia y pesar de que uno de ellos no cumplía estrictamente con el criterio de inclusión (año de publicación) formaban parte de las primeras investigaciones sobre este tema, por lo que hemos decidido incluir a la hora de elaborar los apartados de introducción, discusión y conclusiones. Del resto de artículos 9 eran estudios de cohorte, 2 artículos correspondían a estudios de casos y controles, 3 artículos a estudios descriptivos y 2 artículo era estudio transversal. Finalmente quedaron 16 artículos seleccionados para el análisis de resultados.

RESULTADOS

De los 16 artículos 6 se relacionaban con la aparición de enfermedades profesionales en trabajadores del sector de extracción de cobre, 10 en trabajadores de manufactura de cobre (de estos 10 artículos, 1 artículo se repite en ambas categorías: extracción y manufactura) y 2 artículos se referían a los trabajadores de la fundición y el reciclaje de cobre. (Tabla 3).

Tabla 3. Características según autor, nombre del artículo, tipo de estudio, país, año de publicación, sustancia implicada, patología encontrada en la extracción, manufactura y reciclaje del cobre

AUTOR	ARTÍCULO	TIPO DE ESTUDIO	PAÍS	AÑO-PUBL	SUST. IMPLIC.	TIEMPO DE EXPOSICIÓN	PATOLOGÍAS ASOCIADAS A LA EXTRACCIÓN DE COBRE	PATOLOGÍAS ASOCIADAS A LA MANUFACTURA	PATOLOGÍAS ASOCIADAS AL FUNDICIÓN/ RECICLAJE DEL COBRE
Lightfoot, et al.	Mortality and Cancer Incidence in a Copper-Zinc cohort 1	Cohorte 1964-2005 ♂6153 ♀756	Canadá, Ontario	2012	Zinc, cadmio, inidio, dióxido de azufre líquido y sulfúrico (*)	> de 5 años	Aumento incidencia Cáncer de Pulmón (CA) Aumento incidencia linfoma No Hodgking (S)	Aumento incidencia Cáncer de Pulmón (*)	
Seidler, A., et al.	Cancer incidence among workers occupationally exposed to dinitrotoluene in the copper mining industry. ²	Cohorte 1953-1990 ♂16441	RD Alemania	2012	Dinitrotolueno inhalado	Media de 6,8 años	Aumento Ca de Pulmón, No aumento de Ca Renouretal Ni de Vejiga.(S)		
Gasenzer, E.R. y Neugebauer, E.A.	Contact allergies in musicians. ³	Estudio descriptivo	Alemania	2012	Cobre/zinc (laton)			Alergia de contacto	
Abakay, A., et al.	Relationships Between Respiratory Function Disorders and Serum Copper Levels in Copper Mineworkers ⁴	Estudio Caso control ♂75 Vs ♂75	Turquía, Diyarbakir	2011	Cobre		Los resultados del estudio han demostrado una asociación negativa entre las funciones de los trastornos pulmonares y alteraciones radiológicas en caldereros. Los niveles de Cu en suero mostraron diferencias significativas		
Eran Dabli, C., et al.	Interstitial Lung Disease in Coppersmiths in High Serum Copper Levels	Estudio caso y control ♂30 Vs ♂30	Turquía, Kahramanmaraş	2010	Cuproniquel (Cobre/niquel/Estano)	28,6 años		56,6% de los trabajadores tenían enfermedad pulmonar intersticial, estenosis y neumococtosis	

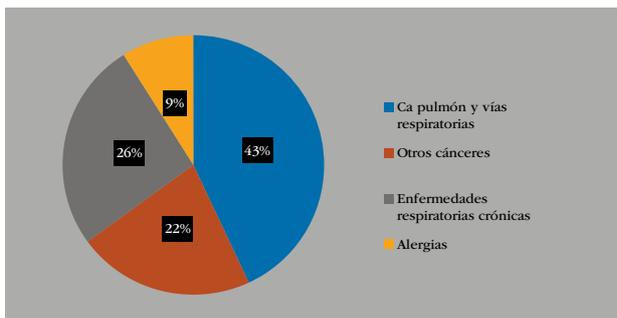
AUTOR	ARTÍCULO	TIPO DE ESTUDIO	PAÍS	AÑO-PUBL	SUST. IMPLIC.	TIEMPO DE EXPOSICIÓN	PATOLOGÍAS ASOCIADAS A LA EXTRACCIÓN DE COBRE	PATOLOGÍAS ASOCIADAS A LA MANUFACTURA	PATOLOGÍAS ASOCIADAS AL FUNDICIÓN/ RECICLAJE DEL COBRE
Schle, C.R., et al.	Process-Related Risk of Beryllium Sensitization and Disease in a Copper-Beryllium Alloy Facility ⁶	Estudio transversal [♂] 136 ♀17	EEUU	2005	Cobre/Berilio	16 años			Prevalencia enfermedad crónica al Berilio 4%, Sensibilización linfocitaria al berilio 7%
Paredes Suárez, C., et al.	Bingo-hall worker's occupational copper contact dermatitis from coins ⁷	Estudio descriptivo	España	2002	Niquel-Latón dentro, cupro níquel fuera	2 meses		Alergia de contacto	
Tarlo, S.M., et al.	Marked Tachypnea in Siblings with Chronic Beryllium Disease due to Copper Beryllium Alloy ⁸	Estudio descriptivo	Canadá	2001	Cobre-berilio	> de 8 años		Beriliosis crónica	
Lubin, J.H., et al.	Respiratory Cancer in a Cohort of Copper Smelter Workers: Results from more Than 50 Years of Follow-up ⁹	Cohorte 1938-1989 [♂] 8014	EEUU, Montana	2000	Arsénico Inhalado	> de 1 año		Aumento de Ca Respiratorio, sin demostrar otros tipos de neoplasias	
Bruning, T., et al.	Occurrence of Urinary Tract Tumors in Miners Highly Exposed to Dinitrotoluene ¹⁰	Cohorte 1984-1997 500 trabajadores	RD Alemania	1999	Dinitrotolueno inhalado y por contacto	Entre 7 y 37 años	Aumento de Ca células claras no depende del nivel de exposición al DNT y Ca urotelial si depende de alta exposición al DNT		
Jayawardana, P.L., et al.	Ventilatory function in brass workers of Gadaladeniya, Sri Lanka ¹¹	Transversal 1992-1994 154 pares	Sri Lanka	1997	Cu, Zn, sílice, Gases tales como óxidos de ozono, nitrógeno, acetileno y 1 phosphine ² también se liberan durante la soldadura	3 años		Aumento incidencia de síntomas respiratorios, EPOC	

AUTOR	ARTÍCULO	TIPO DE ESTUDIO	PAÍS	AÑO-PUBL	SUST. IMPLIC.	TIEMPO DE EXPOSICIÓN	PATOLOGÍAS ASOCIADAS A LA EXTRACCIÓN DE COBRE	PATOLOGÍAS ASOCIADAS A LA MANUFACTURA	PATOLOGÍAS ASOCIADAS AL FUNDICIÓN/ RECICLAJE DEL COBRE
Enterline, P.P., et al.	Cancers related to exposure Arsenic at a Copper Smelter ¹²	Cohorte 1940-1986 ♂/2082	EEUU	1995	Arsénico inhalado	Mayor 1 año		Aumento a la proporcional exposición en Ca Respiratorio, cáncer de riñón y el hueso. No se pudo demostrar aumento de incidencia en otros tipos de cáncer. Factor de confusión el tabaco	
Anttila, A., et al.	Update of cancer incidence among workers at a copper/nickel smelter and nickel refinery ¹³	Cohorte 1960-1985/1338	Finlandia, Harjavalta	1995	Cobre/Níquel	Mayor 3 meses		Aumento incidencia atribuida al níquel de Cáncer en vías respiratorias altas	
Sorahan, T., et al.	Mortality of copper cadmium alloy workers with special reference to lung cancer and non malignant diseases of the respiratory system, 1946-1992 ¹⁴	Cohorte 1946-1992 347 aleación Cu +Cd 521 Fundición laton 624 Proximidad Cobre/cadmio	Reino Unido	1995	Cd, Cu, Fe, policíclico hidrocarburos aromáticos, arsénico	Mayor de 1 año		Cáncer de Pulmón en trabajadores de proximidad al Cu y Cd. Enfermedades respiratorias crónicas no malignas (Enfisema y proteinuria) en Trabajadores Aleación Cu+Cd y Fundición latón	
Chen, R., et al.	Lung cancer mortality update and prevalence of smoking among copper miners and smelters ¹⁵	Cohorte 1970-1985 (1º cohorte) extendida hasta 1992	China	1995	Polvo de sílice			Aumento de riesgo de Ca de pulmón y Ca de estómago (mineros)	Aumento de riesgo para Ca de hígado (fundidores)
Rouling C, et al.	Mortality from lung cancer among copper miners ¹⁶	Cohorte 1965-1988/088 trabajadores	China	1993	Sílice, hierro, cobre, manganeso, arsénico, de titanio y azufre			Cáncer de Pulmón (S)	

En nuestra revisión encontramos la aparición de varias patologías dentro del mismo artículo. Para facilitar el análisis de los resultados los hemos agrupado en 4 categorías: cáncer de pulmón y vías respiratorias, otros tipos de cánceres, enfermedades respiratorias crónicas y alergias.

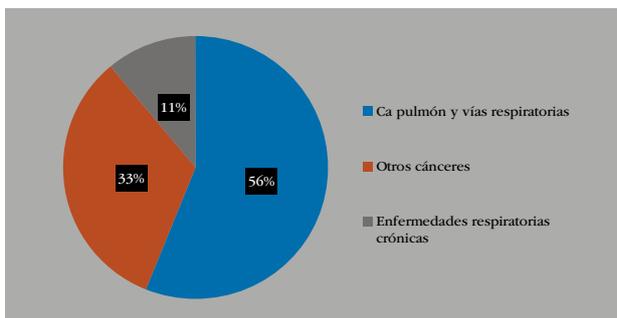
10 artículos se referían al aumento de la incidencia de cáncer de pulmón y vías respiratorias, 5 se referían a otros tipos de cánceres (urotelial, Linfoma No Hodking, de estómago, de vejiga, de colon, de hueso, de hígado), 6 describían enfermedades respiratorias crónicas (neumoconiosis, EPOC), 2 reportaron alergias de contacto.

Gráfico 1. Enfermedades Profesionales en la Industria del Cobre



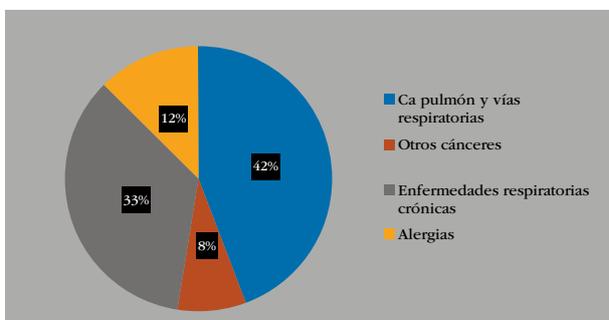
Las enfermedades identificadas en los trabajadores de la extracción del cobre fueron principalmente cáncer de pulmón y vías respiratorias (5 artículos) y otros cánceres (3 artículos), enfermedades respiratorias crónicas (1 artículo).

Gráfico 2. Enfermedades Profesionales en la extracción de Cobre



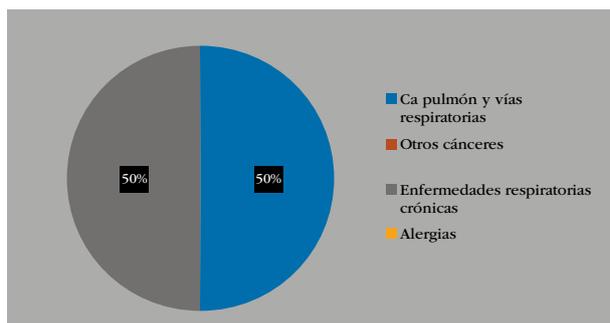
Las enfermedades profesionales identificadas en la industria de manufactura del cobre son cáncer de pulmón y vías respiratorias (5 artículos), otros cánceres (1 artículos), enfermedades respiratorias crónicas (4 artículos), alergia de contacto (2 artículos).

Gráfico 3. Enfermedades Profesionales en la manufactura del cobre



Las enfermedades profesionales identificadas en la fundición y reciclaje de cobre son otros cánceres (1 artículo) y enfermedades respiratorias crónicas (2 artículos).

Gráfico 4. Enfermedades Profesionales en el reciclaje



Los países con más estudios realizados con respecto al tema de nuestra revisión son: Estados Unidos, Alemania seguido de China, Turquía, Canadá, España, Finlandia, UK y Sri Lanka. En la [Tabla 4](#) se muestra el número de artículos revisados por países.

Tabla 4. Número de artículos revisados por países

Países	N.º de artículos
Alemania	3
Estados Unidos	3
Turquía	2
Canadá	2
China	2
España	1
Finlandia	1
Reino Unido	1
Sri Lanka	1

RESUMEN DE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS ARTÍCULOS ESTUDIADOS

CÁNCER DE PULMÓN Y OTROS TIPOS DE CÁNCERES

1. Rouling C *et al.* ²⁴ (1993)

Estos autores evaluaron a través de una cohorte histórica de trabajadores de la mina de cobre de Tongling en Anhui provincia de China, desde 1969 a 1988. Se evidenció que estaban expuestos a polvo y posible radiactividad (Radón) por los malos sistemas de ventilación. Se observó mayor mortalidad por Cáncer de Pulmón en los mineros subterráneos. En 1950 el sistema de ventilación fue por perforación seca y a partir de 1963 húmeda. Se encontraron componentes como sílice, hierro, cobre, manganeso, arsénico, titanio, y azufre. En este estudio la concentración de arsénico fue muy baja y más alta de sílice y del hierro. En este trabajo el tabaquismo podría haber sido un sesgo de confusión.

2. Enterline PP *et al.* ²⁰ (1995)

Estos autores realizaron un estudio de cohorte con 2802 hombres que trabajaban en una fundición de cobre expuestos a arsénico inhalado, durante uno o más años entre el período 1940-1964. Y se estudió la mortalidad durante el período 1941-1986. Hubo una relación positiva entre la exposición al arsénico en el aire y el cáncer pulmonar, cáncer de riñón y hueso, aunque no se ha relacionado de forma significativa ningún otro tipo de neoplasia. También se observó mayor incidencia de enfermedad pulmonar: bronquitis

crónica, enfisema y asma. El hábito tabáquico pudo haber sido un factor de confusión en este estudio.

3. Anttila A *et al.*²¹ (1995)

En este estudio se evaluó la incidencia de cáncer en 1.388 trabajadores empleados durante al menos 3 meses en la fundición de aleación cobre / níquel en la refinería de níquel en Harjavalta Finlandia. Había 1.155 trabajadores expuestos al níquel durante el período 1960-1985. En la fundición (566 trabajadores), taller de reparación (239 trabajadores), o refinería (418 trabajadores). La incidencia de cáncer fue seguida a través de los archivos del Registro Finandés del Cáncer hasta el 31 de diciembre de 1995. Para el cáncer en general y para, a priori, seleccionar los tipos de cáncer específicos se calculó el número de casos esperados con una tasa de incidencia estandarizada (SIR), controlado por edad, sexo, y el período de tiempo y utilizando las estadísticas de la región como referencia. Se observó un pequeño aumento en la incidencia de cáncer de pulmón, que alcanzó significación estadística entre los trabajadores con una latencia superior a 20 años en los trabajadores de fundición expuestos a compuestos de níquel insoluble. Entre los trabajadores de la refinería, que estuvieron expuestos principalmente al sulfato de níquel en niveles inferiores a 0,5 mg/m³, así como a las bajas concentraciones de otros compuestos de níquel, se produjo un aumento del riesgo de cáncer nasal (SIR 41,1, IC del 95%: 4,97 a 148).

4. Sorahan T *et al.*²² (1995)

En este estudio realizado en Inglaterra y Gales se evalúa la mortalidad por cáncer de pulmón y enfermedades del sistema respiratorio no malignas. Se comparó un grupo de 347 trabajadores de la aleación cadmio-cobre, 624 trabajadores empleados en el almacén de cobre-cadmio, 524 trabajadores de la fundición de hierro y latón, todos hombres. Se investigó durante el período 1946-1992. Todos los sujetos fueron empleados en este tipo de trabajo en el período 1922-1978. Este estudio mostró un aumento significativo de cáncer de pulmón entre los trabajadores del almacenamiento pero no en los trabajadores del hierro y la fundición de latón (trabajadores del almacén cobre-cadmio: 55 observados, esperado 34,3, SMR (tasa de mortalidad estandarizada) 160, IC del 95% 121 a 209, P <0,01; trabajadores de la fundición del hierro y latón: observados 19, esperados 17,8, SMR 107, IC del 95%: 64 a 167). Por otro lado, se observó un aumento de las enfermedades respiratorias no malignas en los tres grupos (trabajadores de la aleación: observado 54, esperado 23,5, SMR 230, IC del 95 % 172 a 300, P <0 * 001; trabajadores del almacén: observado 71, espera 43,0, SMR 165, IC del 95%: 129 a 208, P <0 * 001; trabajadores de la fundición del hierro y el latón: 34 observados, esperados 17 * 1, SMR 199, IC del 95%: 137 a 278, P <0,01).

Estos autores concluyeron que la exposición a humo de óxido de cadmio aumenta el riesgo de mortalidad por enfermedades crónicas del sistema respiratorio no malignas. Los resultados no apoyaron la hipótesis de que la exposición al humo de óxido de cadmio aumenta el riesgo de mortalidad por cáncer de pulmón. Se atribuye el aumento de la incidencia de cáncer de pulmón a la manipulación del arsénico en los trabajadores del almacenamiento del cobre-cadmio.

5. Chen R *et al.*²³ (1995)

El propósito de éste estudio fue analizar la mortalidad de mineros y fundidores en una mina de China con especial referencia a carcinoma de pulmón y también determinar la prevalencia de tabaquismo. Se realizaron dos estudios de cohorte. Primer estudio se realizó desde 1970-1985 y se informó que en comparación con la población general existía mayor riesgo de cáncer de pulmón para los mineros de cobre RSM (Tasa de mortalidad estandarizada) 185, P<0,05) pero no en los fundidores de cobre (RSM 90, P>0,05), aunque en el último grupo había un incremento de mortalidad total por cáncer (RSM 148, P-0,05). El segundo estudio se realizó desde el 1985 hasta 1992 junto con el

estudio de prevalencia de tabaquismo de la cohorte y de la población general. Se aplicó un cuestionario sobre hábito tabáquico en tres muestras, elegidas al azar de los mineros del cobre (N=1.125), fundidores (N=603) y población general (N=1517) de la ciudad de Tongling. Las diferencias en las tasas de tabaquismo entre los grupos se calcularon a través de Chi Cuadrado. Se evidenció que la prevalencia de tabaquismo era más alta entre los mineros de cobre que en la población general (71.7 vs 64.3 %, $P<0.001$) pero la prevalencia de tabaquismo entre los fundidores de cobre era significativamente menor (57.4 vs 64.3 %, $P<0.005$). Estos datos se deben a que estaba prohibido fumar en el área de fundición. Los mineros de cobre tenían tendencia a fumar más durante los periodos de inactividad dentro de la mina y los efectos perjudiciales podrían haber sido incrementados por mala ventilación.

Este estudio concluyó que hubo aumento en la mortalidad por cáncer de pulmón, esófago, estómago e hígado entre los mineros y fundidores. El riesgo del cáncer de pulmón entre los fundidores de cobre no era significativo (SMR 102, 95% CI 53-178) mientras el riesgo para el cáncer de hígado sí era significativo (SMR 178, 95% CI 105-281), en los mineros de cobre el riesgo para cáncer de pulmón era significativamente alto (SMR 152) así como el aumento de riesgo de cáncer de estómago (SMR 141, 95% CI 116-169). Estos mineros estaban expuestos mayormente al polvo de sílice, para el ese momento se sospechaba que podría ser un carcinógeno. También en este estudio se llegó a la conclusión de que el tabaquismo de manera sinérgica puede aumentar el riesgo de cáncer de pulmón ocupacional.

6. Bruning T *et al.*¹⁸ (1999)

Realizaron un estudio de cohorte con 500 trabajadores de la minería subterránea de cobre de la República Democrática Alemana, entre 1984 y 1997 en el cual observaron 6 casos de cáncer urotelial y 14 casos de cáncer de células renales, debidas presuntamente a las altas exposiciones a explosivos que contienen dinitrotolueno (DNT). La duración de la exposición de los trabajadores osciló entre 7 a 37 años, y el período de latencia varió desde 21 hasta 46 años. Las incidencias de los tumores tanto de células uroteliales como renales en este grupo fueron muy superiores a lo esperado, sobre la base de los registros de cáncer de la República Democrática Alemana. Un grupo representativo de 183 mineros expuestos al DNT fueron entrevistados sobre historia laboral y agrupados en cuatro categorías de exposición. De los 14 casos de tumores de células renales no reveló ninguna dependencia en relación a la dosis de explosivos, en cualquiera de las cuatro categorías de exposición, considerando el grado de exposición y vía (respiratoria/contacto); mientras que los casos de tumores uroteliales se limitaron principalmente a la alta exposición.

El 90% de los mineros declararon no haber inhalado el humo de las explosiones, y el 60% afirmó inhalación del humo del tabaco diariamente. No se realizaron sub-cohortes para determinar si el tabaquismo fue un factor de confusión.

7. Lubin JH *et al.*¹⁷ (2000)

Los autores siguieron a 8014 trabajadores varones que fueron empleados durante 12 meses o más antes de 1957 en una fundición de cobre de Montana, USA durante el período 1938 hasta 1989.

En este artículo analizamos los resultados de un nuevo seguimiento de un gran estudio de cohortes de Lee-Fraumenide en trabajadores de la fundición de cobre expuestos al arsénico inhalado. Se realizó un análisis detallado de la relación entre la exposición al arsénico inhalado y la mortalidad por cáncer respiratorio y otras causas de muerte. Un total de 4.930 (62 %) habían fallecido, de los cuales 446 trabajadores fallecieron por cáncer respiratorio. Este estudio demostró un aumento de la incidencia de cáncer respiratorio, sin demostrar otros tipos de neoplasias.

Los investigadores realizaron mediciones de arsénico en el aire en 11 de los 33 departamentos de la fundición y la medición de arsénico urinario en casi todos los

trabajadores. El arsénico inhalado se ha correlacionado positivamente con arsénico urinario. Entre todos los trabajadores se observó de manera significativa SMRs (SMR = 1,14) aumento de la incidencia de algunos tipos de cánceres (SMR = 1,13) principalmente cáncer de las vías respiratorias (SMR = 1,55), y el cáncer de pulmón (SMR = 1,58); asimismo, evidenciaron significativamente elevadas las SMRs por otras enfermedades como algunas relacionadas con el sistema nervioso y órganos de los sentidos (SMR = 1.31), enfermedades respiratorias no malignas (SMR = 1.56), enfisema (SMR = 1,73), estados morbosos mal definidos (SMR = 2,26) y causas externas (SMR = 1,35). Estos autores observaron disminución de mortalidad por todas las causas para todos los cánceres del sistema hematopoyético y linfático (SMR = 0.66), particularmente el linfoma (SMR = 0,50) y mieloma múltiple (SMR = 0,36).

El análisis de este estudio reveló un aumento significativo y una la relación lineal entre la alta exposición al arsénico inhalado y el riesgo de desarrollar cáncer de las vías respiratorias. Ninguna otra causa de la muerte estaba relacionada con la exposición al arsénico inhalado. Había un aumento del riesgo de cáncer de las vías respiratorias entre los trabajadores que pasaron más tiempo en las áreas de trabajo con mayores niveles de arsénico.

8. Lightfoot NE *et al.* ⁹ (2012)

En un estudio de cohorte en trabajadores de la minería de cobre y zinc en Ontario, Canadá se incluyeron a 6.153 varones y 756 mujeres trabajadores, recogiendo la información de una base de datos del Registro de Cáncer de Ontario: Ontario Cancer Registry (OCR). En los trabajadores varones de toda la cohorte se observó un aumento significativo de la incidencia para el cáncer de pulmón SIR (SIR = 124, IC 95 % = 102-15). Para los mineros subterráneos se ha encontrado un aumento estadísticamente significativo en la incidencia de Linfoma no Hodgkin (SIR = 232, IC 95 % = 111-426). En este mismo estudio se ha detectado un aumento significativo de la incidencia de cáncer de pulmón en los trabajadores de minas a cielo abierto (SIR = 272, 95 % IC = 124-517) y aumento de la mortalidad por cáncer de pulmón (SIR = 383, IC 95 % = 153-789) en trabajadores con más de 5 años de trabajo; también se ha asociado un aumento significativo en la mortalidad por enfermedad cardiovascular (SMR = 204, IC 95 % = 114-336). En los trabajadores de concentración y mantenimiento se ha observado aumento significativo de la incidencia de cáncer de pulmón y vías respiratorias (SIR = 191, 95 % CI = 102 a 327).

9. Seidler A *et al.* ¹⁰ (2012)

Este trabajo analiza una cohorte compuesta por 16.441 trabajadores nacidos entre 1920 y 1974 que fueron empleados entre 1953 y 1990 en una de las dos minas de cobre subterráneas en la antigua República Democrática Alemana, que fueron seguidos analizando la incidencia de distintos tipos de cáncer, desde el 1961 hasta el 2005. Las SIR para todos los tipos de cáncer no fueron significativamente elevados en la cohorte (SIR = 1,04; intervalos de confianza del 95% (IC 0,96 a 1,14). Se encontró un aumento de incidencia del cáncer de pulmón (SIR = 1,29; 1,13 a 1,46), pero no en el cáncer de riñón (SIR = 1,01, IC del 95%: 0,79 a 1,27) o del cáncer de vejiga (SIR = 1,04, IC del 95%: 0,82 a 1,30). La incidencia de cáncer de riñón y vejiga están relacionados al tiempo de exposición. Se hicieron dos cohortes de fumadores más de 20 años y menos de 20 años de exposición al DNT para evitar el sesgo de confusión. De un total de 401 miembros fumadores de la sub-cohorte se observó un 76% de mortalidad por cáncer de pulmón en trabajadores con \leq 20 años de exposición al DNT y un 75 % en los trabajadores con $>$ 20 años de exposición. Demostraron así que la mortalidad por cáncer de pulmón no se asoció de manera significativa con el tabaquismo y sí con la exposición al DNT.

ALERGIAS

10. Paredes Suárez, C *et al.* ¹⁵ (2002)

Este estudio de Santiago de Compostela describe el caso de un trabajador del Bingo que había estado continuamente en contacto con monedas de 2 euros que contienen níquel y cobre durante 2 meses y había desarrollado dermatitis en las puntas de los dedos, párpados superiores y cantos externos lo cual fue atribuido a la exposición a níquel.

11. Gasenzer ER *et al.* ¹¹ (2012)

En este estudio realizado en Alemania se describen reacciones alérgicas a distintos materiales en músicos que utilizaban instrumentos de viento. En los que nos interesa en relación al cobre, describe la alergia de contacto por materiales con latón (aleación de zinc y cobre) y se realizan recomendaciones sobre la elección de instrumentos musicales y la calidad de materiales.

ENFERMEDADES RESPIRATORIAS NO MALIGNAS

12. Jayawardana PL *et al.* ¹⁹ (1997)

Se trata de un estudio de 2 cohortes que se llevó a cabo en una fábrica de productos de bronce en Gadaladeniya, en el distrito de Kandy, Sri Lanka. Este estudio se centró en trabajadores de latón. El grupo de estudio fue seleccionado al azar. El grupo control fue seleccionado de la población general emparejados por edad y por muestreo por conglomerados. Había un total de 154 pares para el análisis final. Se aplicó un cuestionario para determinar la prevalencia de síntomas respiratorios. La capacidad vital forzada (FVC), volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1), tasa de flujo espiratorio forzado el 50 % de la FVC (FEF25 % - 75 %) y la tasa de flujo espiratorio máximo (FEM) fueron medidos a través de la espirometría. La radiografía de tórax se realizó en aquellos con 5 o más años de servicio. Síntomas como tos, flemas, disnea fueron significativamente mayores en los trabajadores del latón en comparación con el grupo control. La capacidad ventilatoria fue significativamente menor en todos los indicadores excepto FVC. Fumar no tuvo efecto significativo.

Se observó a los trabajadores de latón para estar en una forma significativa mayor riesgo de desarrollar síntomas respiratorios. Además de una disminución de la capacidad ventilatoria. Puede ser el resultado de una combinación de exposiciones atribuible al ambiente de trabajo.

13. Tarlo SM *et al.* ¹⁶ (2001)

Se trata de un estudio que describe dos casos únicos en una fábrica de 120 trabajadores de Canadá. Estas empleadas eran dos hermanas biológicas que trabajaron más de ocho años en la misma fábrica de fundición de metales sobre todo con aleaciones de cobre/berilio, quienes desarrollaron Enfermedad Crónica por Berilio. Las dos trabajaron en un ambiente lleno de polvo y con mala ventilación y solo una de ellas utilizaba la mascarilla de papel en los últimos dos años. El trabajo de las dos consistía en cepillado y limpieza de moldes que contenían polvo de metales. Aproximadamente el 5-10% de las veces la pieza de fundición era aleación de cobre (98%) y berilio (2%). El diagnóstico se confirmó por biopsia pulmonar y transformación linfocítica por berilio, esto apoya la base genética de beriliosis y marcada taquipnea que acompaña a esta enfermedad. La exposición a este metal produce diferentes enfermedades desde granulomas cutáneos hasta cáncer de pulmón. La ECB continúa ocurriendo en individuos expuestos en industrias donde se utiliza berilio con una prevalencia entre 2-6%.

14. Schuler CR *et al.*¹⁴ (2005)

Este estudio presenta el primer estudio médico de una fundición que se encarga principalmente de aleaciones de cobre-berilio. De los 185 empleados invitados a participar, 153 (83%) completaron las entrevistas y 152 se les extrajo muestras de sangre para detectar la proliferación de linfocitos sensibilizados al berilio (BeLPT). La mayoría de los participantes eran hombres (89%, 136/153) y de color blanco o blanco hispana (95%, 146/153), su edad media fue de 44 años (rango 22-68). La mediana de tiempo de exposición fue de 16 años (rango <1-45) para los participantes en el estudio, 11 participantes también estuvieron expuestos al berilio antes de la contratación (rango 1-16 años de tiempo adicional desde la primera exposición). En las personas diagnosticadas con el ECB, todos tenían un BeLPT positivo y 3 tuvieron un aumento del porcentaje de linfocitos en el LBA. Los individuos diagnosticados con el ECB (granulomas en biopsias) no presentaban alteraciones significativas de la función pulmonar y la fibrosis no aparentes en biopsias o en las radiografías de tórax. La prevalencia de sensibilización también era más alta en los trabajadores de la varilla y producción de alambre (recocido y decapado). También la prevalencia de sensibilización fue más alta en los trabajadores que reportaron incidentes de exposición sin utilizar mascarilla.

15. Abakay A *et al.*¹² (2012)

Este estudio de casos y controles realizado en un grupo de trabajadores de la minería en Turquía a través de las mediciones de polvo en las minas de cobre mostró que la concentración media de Cu fue de 2.182 $\mu\text{g}/\text{m}^3/24$ h. Todos los trabajadores de minas eran varones con una edad media de 32,00 \pm 7,08 años (22-50). El grupo control estaba formado por 75 hombres que no tenían síntomas, con una edad media de 32,46 \pm 6,86 años (23-49). Un total de 44 mineros (58,6%) eran fumadores y 37 casos de control (48,3%) eran fumadores. No se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos de edad y tabaquismo ($p>0,05$). Se encontraron valores espirométricos de los mineros más bajos que los del grupo de control ($p<0,05$). El análisis de laboratorio de las muestras de suero mostró que los niveles de Cu en suero de los mineros fueron 0,80 \pm 0,62 $\mu\text{g}/\text{ml}$ y los niveles de Cu en el suero en el grupo de control eran 0,60 \pm 0,39 $\mu\text{g}/\text{ml}$. Nivel de Cu en el suero fue significativamente mayor en el grupo de trabajadores de minas en comparación con el grupo control ($p=0,017$). El cuestionario reveló que 38 (50,7%) de mineros tenía historia crónica de esputo, 26 (34,7%) tenían tos crónica, 25 (33,3%) tenían disnea, y 11 (14,7%) de los trabajadores habían tenido dolor en el pecho. El examen físico reveló que 8 mineros habían tenido crepitantes finos bilaterales en las bases pulmonares y cinco tenían roncus espiratorios. El plazo promedio de empleo para la minería era 3,97 \pm 1,46 años (0,5-6). El grupo de la minería se dividió en dos grupos por período de trabajo, los que trabajaron ≤ 3 años, y los que han trabajado > 3 años.

Se observó una correlación positiva significativa entre el nivel de Cu en suero y la duración de trabajo dentro de las minas ($r=0,295$, $p=0,013$). Los resultados de las pruebas de función pulmonar revelaron un patrón normal en el 64% de mineros, enfermedad respiratoria restrictiva en el 29,3%, y la de tipo obstructivo se vio trastornos de la función pulmonar en el 6,7% de los trabajadores. Los niveles séricos de cobre fueron significativamente mayores en el grupo con trastornos de la función pulmonar tipo restrictivo (1,36 \pm 0,62 $\mu\text{g}/\text{ml}$), tipo obstructivo (0,90 \pm 0,55 $\mu\text{g}/\text{ml}$) y los grupos patrón de función respiratoria normal (0,53 \pm 0,43 $\mu\text{g}/\text{ml}$) ($p<0,001$). Se evidenció una correlación negativa entre el nivel de Cu en suero y la FVC ($r=-0,593$, $p<0,001$) y entre el nivel de Cu en suero y FEV1 en el grupo de la minería ($r=-0,600$, $p<0,001$).

Entre los 75 trabajadores, 6 sujetos (8%) tenían nódulos pulmonares, y 3 sujetos (4%) tuvieron Fibrosis Intersticial. Se determinaron radiológicamente las anomalías del parénquima pulmonar. La frecuencia de los hallazgos radiológicos no fue estadísticamente significativamente entre el grupo de ≤ 3 años de tiempo de trabajo y el grupo de > 3 años de tiempo de trabajo ($p>0,05$). Los pacientes con anomalías radiológicas del parénquima

tuvieron significativamente mayores niveles séricos de cobre que aquellos sin anomalías del parénquima ($1,53 \pm 0,52$ vs. $0,71 \pm 0,52$ $\mu\text{g/ml}$, respectivamente, $p=0,002$).

16. Eren Dabli C *et al.* ¹³ (2012)

Este estudio de casos y controles se realizó con 30 trabajadores caldereros en una fábrica en Turquía, todos varones con una edad media de $47,96 \pm 13,54$ años (26-80). Tenía como grupo control 30 hombres asintomáticos con una edad media de $45,90 \pm 11,69$ años (30-70). La duración media del período de trabajo fue $28,63 \pm 14,33$ años (8-62); 12 de los trabajadores eran fumadores. No se detectó ninguna relación entre el período de trabajo y el nivel de cobre en suero ($p > 0,05$).

Ninguno de los sujetos tenía antecedentes de exposición a largo tiempo para el asbesto. Ninguno de los sujetos tenía comorbilidades tales como EPOC, otras enfermedades pulmonares, insuficiencia cardíaca congestiva, diabetes mellitus, o hipertensión. El cuestionario reveló que 8 (26,7 %) sujetos tenían tos crónica, 9 (30,0 %) sujetos habían presentado disnea, 5 (16,7%) sujetos tenían dolor en el pecho, y 11 (36,7 %) sujetos tenían historia crónica de esputo. Las pruebas de función pulmonar mostraron que 6 sujetos tenían un patrón obstructivo, y 7 sujetos patrón mixto. Se encontraron valores espirométricos de los trabajadores menor que en el grupo control, pero la diferencia no fue significativa. Se detectó relación entre el nivel sérico de cobre y el valor del FEV1 disminuido en los trabajadores con respecto al grupo de control ($p < 0,05$). De 30 caldereros, en 17 de ellos la TACAR mostró un patrón anómalo con enfermedad pulmonar intersticial difusa, mientras que 13 tenían hallazgos en la TACAR normales. De los 17 hallazgos de la TACAR anormales 10 (58,8 %) son por enfermedad pulmonar intersticial tipo bronquiolitis respiratoria, 5 (29,4 %) neumonía intersticial no específica, y 2 (11,8 %) neumonía intersticial.

El patrón de la TACAR más prevalente fue el patrón micronodular como se vio en 7 (23 %) trabajadores. Ninguno de los sujetos tenía calcificaciones pleurales en sus hallazgos radiológicos. El análisis de las muestras de suero mostró que los niveles de cobre en suero de los trabajadores fue $0,93 \pm 0,14$ mg / L mientras que el nivel de cobre en suero en el grupo control fue $0,70 \pm 0,14$ mg / L, observándose una diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos ($p < 0,05$).

DISCUSIÓN

Los hallazgos de nuestro estudio se han basado en los resultados obtenidos de estudios principalmente de cohorte y de casos y controles, en los cuales se demuestra la clara asociación entre la exposición laboral de trabajadores de la industria del cobre y una alta tasa de incidencia de distintos tipos de cánceres; principalmente el cáncer de pulmón y vías respiratorias, seguido de enfermedades respiratorias crónicas como las neumoconiosis y la EPOC. Las patologías menos frecuentes son cánceres de otras localizaciones diferentes al pulmón y a las vías respiratorias (riñón, urotelial, estómago, hígado, hueso, linfoma No Hodking) y en último lugar las alergias de contacto.

Es importante tener en cuenta que las enfermedades evidenciadas por los distintos investigadores, fueron definidas principalmente por los elementos, procedimientos y sustancias utilizadas en combinación con el cobre, así como el ambiente en que se desarrollaron las distintas actividades del sector como lo son: la extracción, manufactura, fundición y reciclaje. Estos diversos factores determinaron la aparición de las principales patologías mencionadas previamente sin evidenciar una correlación directa entre el cobre en su forma aislada «per se» y la aparición de patologías en los trabajadores de industria del cobre en general. Lo que si fue evidenciado hace mucho tiempo por Cohen SR *et al.* (1974) ¹⁷ quienes en su revisión recopilaron diferentes aspectos de la toxicidad del cobre en sentido general y especialmente como potencial peligro ocupacional. Estos investigadores demostraron que las principales vías de exposición eran la vía tóxica,

inhalatoria y por ingesta afectando a diferentes órganos: piel (dermatitis de contacto por sales o polvo de cobre), anejos de piel (coloración verdoso negra del pelo en casos de exposición crónica), afectación ocular (conjuntivitis y edema de párpados), sistema respiratorio (congestión nasal y faríngea, ocasionalmente ulceración de septo nasal por exposición a polvo y humo), sistema gastrointestinal (sabor metálico, náuseas, ardor en epigastrio, vómitos de contenido verdoso, diarrea, sialorrea, melena, ictericia), renal (hemoglobinuria y hematuria), sistema cardiovascular (hipotensión), neurológicos (coma por uremia). También ha sido descrito malestar general similar al de la gripe, sensación de frío y calor, pesadez en la cabeza en pulidores de placas de cobre y fiebre de los metales. El diagnóstico rápido de la intoxicación se establece por medición de cobre en orina de 24 horas. Estos autores también señalan que aunque la toxicidad por cobre puede ocurrir con niveles de exposición elevados, el cobre es un oligoelemento esencial para la salud humana, ya que es un cofactor para varias enzimas oxidativas y que la intoxicación aguda por cobre es poco frecuente en los seres humanos y en gran parte el resultado se debe a la ingestión de sales de cobre. Los efectos de las sales de cobre en la carcinogénesis no se han demostrado. Señalan además, que la evidencia más clara de una asociación entre el cáncer y el trabajo en la minería y procesamiento de metales está en relación con el níquel. Mientras que otros autores Lubin JH *et al.*, Enterline PP *et al.*, Sorahan T *et al.* y Rouling C *et al.* asociaron la aparición del cáncer de pulmón a otros compuestos como el arsénico ^{17,20,22,24}.

Estudios llevados a cabo en diversos lugares han sugerido un mayor riesgo de cáncer de pulmón y vías respiratorias en trabajadores de la minería y en el procesamiento del cobre con sus aleaciones.

Otro hallazgo significativo en el cual fue difícil afirmar que el cobre tiene relación directa como causante de Fiebre de los Metales o Síndrome Similar a la Fiebre de los Metales fue el estudio de Borak J, *et al.* (2000) ²⁵ quienes realizaron una revisión sistemática de la literatura médica en el que se recogen siete informes sobre la relación causal entre el polvo y humo de cobre y Fiebre de los Metales, así como también un Síndrome semejante a la Fiebre por Metales. En sus informes se apreciaba la exposición de trabajadores (cortadores del latón) expuestos a mezcla de níquel, zinc y cobre, un trabajador de la fundición expuesto a mezcla de berilio, aluminio y cobre, se describieron trabajadores expuestos al polvo de mezcla de aluminio-óxido y cobre, concluyendo que puesto que el cobre frecuentemente está mezclado con otros metales como cadmio, zinc, estaño, arsénico, plata es difícil determinar que el cobre sea el causante de la Fiebre de los Metales o el Síndrome parecido a la Fiebre por Metales. Dada la variabilidad de patrones ocupacionales, la extensa utilización de cobre y su mezcla con otros metales así como falta de monitoreo de exposición es difícil afirmar que cobre tiene relación directa como causante de Fiebre de los Metales y Síndrome semejante a la Fiebre por Metales.

Por otra parte, en los estudios de Bruning T *et al.*, Enterline PP *et al.*, Rouling C *et al.*, Chen R *et al.*, ^{18,20,24,23} el tabaco podría ser un factor de confusión. Aunque observamos que el grupo de trabajo de Seidler A *et al.* (2012) ¹⁰ en su estudio a trabajadores de dos minas de cobre de la República Democrática Alemana expuestos a DNT fueron capaces de controlar este sesgo y demostraron que el aumento de incidencia del cáncer de pulmón (SIR = 1,29; 1,13 a 1,46) era independiente del hábito tabáquico. Así mismo demostraron que no existía un aumento de la incidencia de cáncer de riñón (SIR = 1,01, IC del 95%: 0,79 a 1,27) o del cáncer de vejiga (SIR = 1,04, IC del 95%: 0,82 a 1,30).

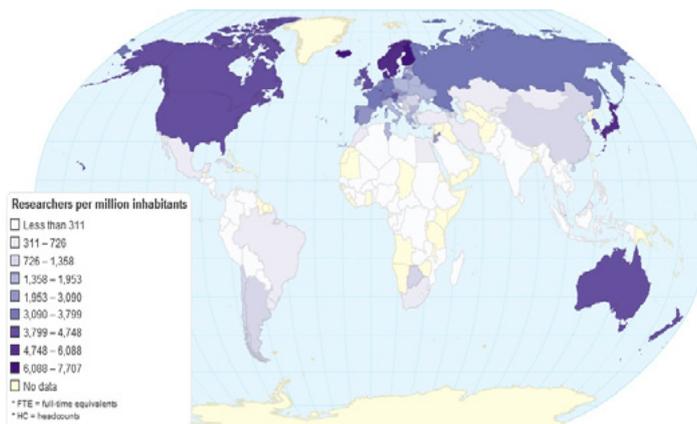
Existe escasa evidencia sobre las enfermedades relacionadas con la industria del reciclaje de cobre, lo que deja este campo de la investigación abierto para seguir con la búsqueda de nuevas evidencias.

A pesar de los grandes esfuerzos que han desarrollado las diversas instituciones como por ejemplo la OIT con sus recomendaciones para la Seguridad y Salud en Minas a Cielo Abierto en 1991⁴, el INSHT que a través de su enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo (18) nos aporta información, debemos seguir fortaleciendo la investigación, fomentar programas de prevención y su adecuado cumplimiento. Ejemplo de ello, lo

demuestra el trabajo realizado por Thomas CA, *et al.* (2009)²⁷ sobre la evaluación de un programa de prevención implantado en una Industria del Cobre/Berilio en EEUU entre el año 2000 y 2007, donde se incluyeron en las instalaciones los controles de ingeniería específicos diseñados para reducir las exposiciones respiratorias, así como el énfasis en la reducción de la contaminación de la ropa y de la piel y la migración de polvo, mejorar el orden y la limpieza del lugar de trabajo, y la formación y participación de los trabajadores obteniendo como resultado una disminución a la sensibilización del berilio.

Este mapa muestra la situación actual de la distribución de los investigadores por millón de habitantes (Figura 2).

Figura 2. Número de Investigadores por millón de habitantes en el mundo¹⁹



Lamentablemente observamos que en los países de América Latina existen muy pocos investigadores, lo cual nos limita a obtener estadísticas reales, ni suficiente evidencia científica sobre este tema, que nos permita conocer de forma global que enfermedades profesionales son las que más se han relacionado con la exposición laboral en los trabajadores de la industria del Cobre de este continente, que es responsable de más del 50% de la producción mundial de Cobre y donde una gran cantidad de trabajadores se encuentran implicados.

CONCLUSIONES

El Cobre al ser un elemento fundamental es utilizado globalmente en las industrias energéticas. Su combinación con otros elementos le permite estar presente en todos los avances que continuamente se desarrollan. Su introducción en la elaboración de nuevos compuestos permite que se mantenga el mismo patrón de enfermedades halladas desde que los primeros investigadores estudiaran sobre este tema.

Las principales enfermedades asociadas a la exposición laboral de trabajadores de la industria del cobre no parecen ser debidas a la exposición directa de los trabajadores al cobre, sino a otros elementos utilizados en la industria, así como el medio ambiente y las condiciones de trabajo.

Se destaca en primer lugar el cáncer de pulmón y vías respiratorias, enfermedades respiratorias crónicas como la beriliosis y silicosis siendo el sector de la minería es el más afectado por cáncer al igual el de manufactura y fundición con enfermedades respiratorias crónicas en segundo lugar.

La toxicidad por Cu se debe principalmente al contacto directo con sales de Cu y sus principales vías de exposición son la ingesta y la inhalatoria, lo cual es muy raro.

La evidencia demuestra que existe una correlación directa entre los niveles elevados de Cu en sangre y la aparición de síntomas y enfermedades respiratorias crónicas.

Actualmente existe escasa evidencia científica que demuestre las principales enfermedades que se generan en los trabajadores del sector de reciclado de cobre.

Consideramos que las medidas preventivas que se deben desarrollar en la industria del cobre deben estar diseñadas de acuerdo a las necesidades reales de los trabajadores e ir actualizándose continuamente adaptadas a los continuos cambios que sufre la industria en la actualidad; teniendo siempre como objetivo principal preservar la salud de los trabajadores que son el motor más importante de una sociedad. Es necesario mantener condiciones de trabajo favorables y evitar la contaminación del medio ambiente que nos rodea.

BIBLIOGRAFÍA

1. Group's SME. <http://www.prweb.com>. [Online]. Charlottesville; 2013 [cited 2013 November 30. Disponible en: HYPERLINK «<http://www.prweb.com/releases/2013/7/prweb10947479.htm>» <http://www.prweb.com/releases/2013/7/prweb10947479.htm>.
2. Secretaría de Estado de Seguridad Social. *Las Enfermedades Profesionales desde la Perspectiva de la Seguridad Social*. Madrid: Seguridad Social; 2007.
3. International Copper Study Group. <http://www.icsg.org>. [Online].; 2013 [cited 2014 January 21. Disponible en: HYPERLINK «<http://www.icsg.org/index.php/component/jdownloads/finish/170/1188>» <http://www.icsg.org/index.php/component/jdownloads/finish/170/1188>.
4. OIT. Organización Internacional del trabajo. *Repertorio de recomendaciones prácticas sobre la seguridad y la salud en las industrias de los metales no ferrosos. Programa de actividades sectoriales*. Reunión de expertos sobre la seguridad y la salud en las industrias de los metales no ferrosos; 2001.
5. Farreras de la Fuente A, Antolín García MT, García Arroyo MI. Silicosis. En *Guía para la determinación de la Incapacidad Laboral en las Enfermedades Pulmonares*. Madrid: Instituto Nacional de Medicina y Seguridad del Trabajo; 2000. p. 191-194.
6. Steenland K, Stayner L. Silica, asbestos, man-made mineral fibres, and cancer. *Cancer Causes Control*; 8(1997): p. 491-503.
7. Xaubet Mir A, Morrell Brotad F, Ancochea Bermudez J. Enfermedades Pulmonares de origen Ocupacional. En Farreras R. *Medicina Interna*. Barcelona: Elsevier; 2012. p. 694-698.
8. Cohen SR. A review of the Health Hazards from Copper Exposure. *Journal of Occupational Medicine*. 1974 September; 16(9): p. 621-24.
9. Lightfoot NE, Berriault CJ. Mortality and Cancer Incidence in a Copper-Zinc Cohort. *Workplace Health & Safety*. 2012; 60(5).
10. Seidler A, Brüning T, Taeger D, Möhener M, Gawrych K, Bergmann A, et al. Cancer incidence among workers occupationally exposed to dinitrotoluene in the copper mining industry. *Int Arch Occup Environ Health*. 2012 Dec.
11. Gasenzer ER, Neugebauer EA. Contact allergies in musicians. *Dtsch Med Wochenschr*. 2012 December; p. 2715-21.
12. Abakay A, Gokalp, Abakay, Evliyaoglu, Sezgi, Palanci Y, et al. Relationships Between Respiratory Function Disorders and Serum Copper Levels in Copper Mineworkers. *Biol Trace Elem Res*. 2012; 145: p. 151-157.
13. Eren Dabli C, Cetin Tanrikulu C, Koksall N, Abakay A, Emin Gelen M, Demirpolat G, et al. Interstitial Lung Disease in Coppersmiths in High Serum Copper Levels. *Biol Trace Elem Res*. 2010; 137: p. 63-68.
14. Schuler CR, Kent MS, Deubner DC, Berakis MT, McCawley M, Henneberger PK, et al. Process-Related Risk of Beryllium Sensitization And Disease in a Copper-Beryllium Alloy Facility. *American Journal of Industrial Medicine*. 2005; 47: p. 195-205.
15. Paredes Suárez C, Fernández-Redondo V, Toribio J. Bingo-hall worker's occupational copper contact dermatitis from coins. *Contact Dermatitis*. 2002 September; 47(2): p. 182.
16. Tarlo SM, Rhee K, Powell E, Amer E, Newman L, Liss G, et al. Marked Tachypnea in Siblings with Chronic Beryllium Disease due to Copper Beryllium Alloy. *Chest*. 2001 February; 119(2): p. 647-50.
17. Lubin JH, Pottern LM, Stone BJ, Fraumeni JF. Respiratory Cancer in a Cohort of Copper Smelter Workers: Results from More Than 50 Years of Follow-up. *Am J Ind Med*. 2000; 151(6).

18. Bruning T, Chronz C, Thier R, Havelka J, Ko Y, Hermann M. Occurrence of Urinary Tract Tumors in Miners Highly Exposed to Dinitrotoluene. *Journal of Occupational & Environmental Medicine*. 1999 March; 41(3): p. 144-49.
19. Jayawardana PL, de Alwis WR, Fernando MA. Ventilatory function in brass workers of Gadaladeniya, Sri Lanka. *Occup. Med.* 1997; 47(7): p. 411-15.
20. Enterline PP, Day R, Marsh GM. Cancers related to exposure to arsenic at a copper. *Occupational and Environmental Medicine*. 1995; 52: p. 28-32.
21. Anttila A, Pukkala E, Rantanen T, Karjalainen S. Update of cancer incidence among workers at a copper/nickel smelter and nickel refinery. *Int Arch Occup Environ Health*. 1995 June; 71(4): p. 245-250.
22. Sorahan T, Lister A, Gilthorpe MS, Harrington JM. Mortality of copper cadmium alloy workwrs with special reference to lung cancer and non malignant diseases of the respiratory system, 1946-1992. *Occup Environ Med*. 1995; 52: p. 802-814.
23. Chen R, Wei L, Chen RL. Lung cancer mortality update and prevalence of smoking among copper miners and smelters. *Scand J Work Environ Health*. 1995; 21(6): p. 513-16.
24. Rouling C, Li W, Huaming H. Mortality from lung cancer among copper miners. *British Journal of Industrial Medicine*. 1993; 50: p. 505-9.
25. Borak J, Cohen H, Hethmon TA. Copper Exposure and Metal Fume Fever: Lack of Evidence for a Causal Relationship. *AIHAJ*. 2000;(61): p. 632-36.
26. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Disponible en: www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/./tomo2/63.pdf. [Online].; 2011.
27. Thomas CA, Bailey RL, Kent ML, Deubner DC, Kreiss K, Shuler CR. Efficacy of a Program to Prevent Beryllium Sensitization Among New Employees at a Copper-Beryllium Alloy Processing Facility. *Public Health Reports*. 2009; 124: p. 112-124.
28. ChartsBin.com. [Online]; 2011 [Citado enero 6 2014. Disponible en HYPERLINK «<http://chartsbin.com/view/1124>» <http://chartsbin.com/view/1124>.

MEDICINA y SEGURIDAD *del trabajo*

Casos clínicos

Ruptura del músculo orbicular de los labios en un músico de viento (síndrome de Satchmo), a propósito de un caso

Rupture of the orbicular oris muscle in a wind instrument player (SATCHMO Syndrome). About a particular case

F. Maneiro

INSS Cantabria. España.

Recibido: 21-10-14

Aceptado: 03-11-14

Correspondencia

Francisco Maneiro Higuera

Calle Luis Hoyos Sainz n.º 4 4.º

39001 Santander. España.

Correo electrónico: francisco.maneiro@seg-social.es

Resumen

Los músicos profesionales son, además de artistas, trabajadores por cuenta ajena con patologías muy concretas relacionadas con su profesión. En ocasiones son tan específicas que no son bien conocidas por los clínicos generales o especialistas. Se presenta un caso de una patología casi exclusiva de los músicos que tocan instrumentos de viento de metal, que es la rotura del músculo orbicular de los labios que puede limitar o incluso impedir el continuar practicando de manera eficaz o completa la profesión. Se hace una revisión de la bibliografía y una descripción del síndrome, así como un análisis de los diferentes aspectos de la valoración de la posible incapacidad: menoscabos producidos, evaluación del trabajo, juicio clínico laboral y valoración de la contingencia.

Med Segur Trab (Internet) 2014; 60 (237) 779-785

Palabras clave: Orbicular, músico, Satchmo.

Abstract

Professional musicians are not only artists but employed workers with very specific diseases related to their professions. Such diseases are sometimes so specific that they are not well known by general practitioners or specialists. We deal with an almost exclusive pathology of musicians playing metal wind instruments: the rupture of the orbicularis muscle of the lips may severely impair a brass player's ability to play. A review of the literature and a description of the syndrome is executed, as well as an analysis of the various aspects of the disability assessment: damage produced, job evaluation, labor clinical judgment and evaluation of contingency.

Med Segur Trab (Internet) 2014; 60 (237) 779-785

Keywords: Orbicular, musician, Satchmo.

INTRODUCCIÓN

Se trata de una patología relativamente frecuente en los músicos de viento pero escasamente conocida en la práctica clínica habitual. Por su propia naturaleza es potencialmente incapacitante y no parece haber muchas dudas de que tendría un origen profesional, pero dado que la población diana es poco numerosa seguramente es muy poco frecuente en expedientes de valoración de secuelas. Se presenta un caso promovido por una Mutua como Incapacidad Permanente (IP) derivada de accidente de trabajo (AT) y se hace una revisión de la literatura.

RESUMEN DEL CASO

Se trata de un paciente varón, de 35 años en la actualidad y con una doble actividad: trombón solista en una orquesta sinfónica y docente en dos empresas como profesor de trombón. Al parecer comienza con síntomas, molestias en los labios, dificultad para emitir las notas altas y fatigabilidad precoz a finales de 2009. Se le extiende parte de AT 24.08.2010 como solista de la orquesta con la siguiente descripción: «se le ha producido contractura en el labio». No queda claro si en esa fecha hubo un evento agudo en relación a su trabajo en la orquesta o un empeoramiento de algo previo, tampoco queda claro por qué el parte de AT se extiende en esa empresa concreta. Estuvo un periodo de baja de 24.8.10 a 2.8.11 por «otras alteraciones musculares específicas», al parecer el alta fue para pasar a la situación de excedencia en su puesto en la orquesta para dedicarse a la enseñanza. Fue tratado por múltiples especialistas tanto en España como en el extranjero y, especialmente, en el Instituto de Fisiología y Medicina del Arte de Tarrasa, curiosa institución que se dedica al tratamiento de las lesiones específicas de los artistas, especialmente los músicos.

El primer informe disponible de dicho instituto, llega al diagnóstico de «elongación del músculo orbicular de los labios» y recomienda reposo del instrumento, reacondicionamiento físico, electroestimulación e incrementos progresivos de la práctica musical. Sucesivos informes consignan mejoría, en marzo de 2011 se dice que ha llegado a tocar 120 minutos diarios. En el de julio de 2011 se dice que sigue con molestias, que percibe un cordón fibroso en el labio que por ecografía se corresponde a ligero engrosamiento contiguo al orbicular.

En cualquier caso fue alta y pasó a excedencia. Durante la misma tiene varias actividades, mayoritariamente de enseñanza. Se reincorpora a la orquesta el 1.9.13 y el 3.9.13 se extiende nuevo parte de AT e inicia nueva baja. El día 4.10.13 se extiende alta por Informe Propuesta y su Mutua, propone IP Total.

Se dispone de nuevo informe del Instituto del Arte que dice que en la ecografía todavía se observa una cicatriz de 4 mm en el labio superior y que su situación es incompatible con su trabajo y que «desconocemos otros posibles tratamientos que puedan ser aplicados». Había sido visto por un cirujano Maxilofacial que prescribió férula de descarga por bruxismo. También fue visto por un eminente y mediático cirujano Plástico que desaconsejó la opción quirúrgica. Su Mutua entiende que el proceso está finalizado y que es imposible que mantenga la embocadura del trombón más de 1 hora y propone la IP, revisable en 18 meses pues dice que la patología es susceptible de mejoría con el reposo.

DESCRIPCIÓN DEL SÍNDROME

El síndrome fue descrito por primera vez en una comunicación por el Dr. Planas en 1982¹. A pesar de que no es una condición infrecuente en los músicos que tocan instrumentos de viento de metal, hasta esa fecha no se había descrito el sustrato anatómico de la patología, ni se la había puesto nombre. El nombre «Satchmo», es el apodo que recibía el célebre trompetista de jazz, Louis Armstrong, del que se dice que en 1935 sufrió

la lesión, lo que le obligó a dejar de tocar un tiempo y, por cierto, le indujo a empezar a cantar. A pesar de la relativa frecuencia de la patología hay pocas descripciones en la literatura, una búsqueda en PubMed o bases de datos similares de los términos: ruptura del orbicularis oris o Satchmo, apenas da 3-4 resultados. Probablemente porque afecta a un colectivo poco numeroso, especial diría yo, por lo que la falta de conocimiento de la patología es grande incluso en especialistas del área concreta: ORL, maxilofacial. De hecho el Dr. Planas es cirujano plástico.

Empezaré con un breve recuerdo anatómico funcional. Dentro de los instrumentos de viento, un subgrupo especial es el de instrumentos de metal. En estos, el sonido se produce después de que el músico adapte sus labios a la forma de la boquilla del instrumento herméticamente y haciendo vibrar los mismos dentro de la boquilla se produce un sonido que luego es amplificado por el propio instrumento. En otros, como los de madera, el sonido lo produce la vibración producida en una lengüeta que está en la boquilla al soplar por ella, pero en los de metal es la vibración de los labios (como si hiciéramos una «pedorreta», lo siento no encuentro una palabra alternativa) la que lo produce.

Este proceso de adaptación de la boca a la boquilla del instrumento es lo que se conoce como embocadura y es crítico en estos instrumentos. Afecta tanto a los labios, a la forma de los mismos, a la capacidad de contracción del orbicular, y a los dientes que están por detrás y producen el apoyo. La presión ejercida por un lado por la columna de aire generada contra los labios que sólo deben dejar de pasar una mínima cantidad, al tiempo que vibran y presionan con fuerza contra la boquilla metálica es muy importante, especialmente en las notas agudas, produciéndose incluso movilización de dientes, fisuras en los labios y, cómo no, elongaciones o roturas musculares. Y además, estas fuerzas combinadas no sólo deben acabar produciendo un sonido (eso quizás estaría al alcance de todos) sino que deben producir un sonido afinado de diferentes tonalidades y matices así como intensidades. La llave de todo el proceso (nunca mejor dicho) es un músculo del que se dice que su grosor en reposo es de 1 mm y de 3 contraído y que no tiene inserciones óseas.

Como en cualquier otro músculo que se rompe, la zona es reparada mediante una cicatriz, o sea un tejido no muscular y esto, además de molestias (el borde la boquilla, que algunos músicos describen como un cortador de galletas, se apoyaría sobre ella) produciría una pérdida del fino control que se debe tener sobre el músculo.

En la primera descripción del Dr. Planas se trataba de un músico trompetista profesional que a partir de un episodio agudo tenía dolor, fatigabilidad y dificultad para las notas altas. Su padre también trompetista había tenido que abandonar la profesión por síntomas similares. El Dr. Planas hace una exploración quirúrgica del labio, en este caso superior, y encuentra una rotura del orbicular cuyos extremos estaban unidos por material fibroso y las fibras posteriores estaban elongadas. Extirpó la zona fibrosa la unió con puntos y tras algún contratiempo con estos, el músico siguió tocando igual que antes. La publicación en forma de carta al director provocó una respuesta de un cirujano estadounidense que le felicita, pero, sobre todo, alaba su valor, pues hacer una incisión en el labio de un trompetista con tan pocos conocimientos previos y expectativas, él nunca se hubiera atrevido a hacerlo².

El Dr. Planas publica un segundo caso en 1988, también operado y exitoso³. Esto produjo dos respuestas una de un músico profesional⁴ y otra del mismo cirujano estadounidense anterior.

En principio puede parecer sorprendente que se publique en una revista médica de Cirugía Plástica una respuesta de un músico profesional, no médico, sin embargo la más extensa y quizás principal publicación que se ocupa del síndrome son dos libros: *Broken Embouchures* y *Embouchure Rehabilitation*⁵ escritos por un músico, Lucinda Lewis, que incluso participa como invitada en simposios médicos sobre el tema y mantiene una página web www.embouchures.com. Además no sólo se ocupa de escribir sobre el tema sino que parece que diagnostica y pone pautas de tratamiento rehabilitador, así como

proporciona adaptadores especiales para la embocadura. Es posible que sea la máxima autoridad mundial sobre la patología de la embocadura en músicos de viento.

Hay también una publicación de 1996 de una serie de 10 roturas del orbicular en músicos, operadas 9 con éxito⁶. Como se ve las publicaciones son, casi todas, relacionadas con la corrección quirúrgica del síndrome. A pesar de ello y teniendo en cuenta que hay poco publicado en revistas de tipo científico, parece que los especialistas específicos (incluida Lucinda Lewis), en publicaciones más ligeras, no consideran una buena solución la cirugía, pues extirpar una cicatriz produce otra quizás peor y se inclinan más por medidas más conservadoras (reposo durante meses, rehabilitación electroterapia, reeducación o cambio de la boquilla/embocadura). También se dice que si la situación del músico le aboca a dejar la carrera profesional se podría optar por cirugía como única salida⁷.

No se mencionan en las publicaciones criterios diagnósticos más que la presentación de los síntomas en un músico de este tipo y dos posibles pruebas complementarias: electromiograma (EMG) para descartar una lesión nerviosa y la ecografía para intentar objetivar la rotura o el área cicatricial. Las fotos de los dos casos del Dr. Planas, antes y después de la cirugía, (y los artículos) están disponibles en la página web: www.clinicoplanas.com La simple contemplación de las fotos explica la dificultad para el diagnóstico para un médico que no conozca el tema (especialmente las fotos del «antes» sin ver el «después»).

DISCUSIÓN Y VALORACIÓN

Es un clásico en medicina evaluadora, el que cuando se quiere poner un ejemplo del balance entre limitaciones y requerimientos profesionales, de tal manera que menoscabos mínimos pueden dar lugar a una incapacidad por unos requerimiento del trabajo muy específicos, poner como ejemplo un músico (violinista, pianista) que pierde la falange distal de un dedo de la mano izquierda. Sin embargo este caso, que se ajusta casi al milímetro con el ejemplo clásico, es real. Como ejemplo además, permite reflexionar sobre muchos de los puntos conflictivos de cualquier evaluación, de alguna manera, creo que lleva el proceso de valoración a sus límites.

DIAGNÓSTICO

Respecto a la patología en sí, no es muy conocida, ni desde luego frecuente, como, por otra parte ocurre con muchas patologías específicas de los músicos profesionales. Como dije antes, yo no he encontrado una descripción de los requisitos necesarios para el diagnóstico más allá de los síntomas típicos. Respecto a las pruebas complementarias se citan el EMG para descartar una afectación neurológica y la ecografía identificaría la zona de ruptura (en el caso de que hubiera una rotura significativa, no me queda claro si una ecografía en ese músculo puede detectar una microrrotura o una elongación). Esto no es muy diferente a otras patologías musculares en actividades muy exigentes físicamente como las de los deportistas. Es una experiencia común en los que siguen la prensa deportiva, sobre todo el fútbol, leer que un futbolista tiene síntomas de ruptura fibrilar en un músculo largo y que tras ecografía o RM las encuentran (roturas o incluso microrroturas) y si no las encuentran se habla de una elongación, contractura, tirón, etc. Así parece haber un espectro de diferentes fases de la afectación desde una poco concreta como «la fatiga muscular de la embocadura» que se supone que es un sobre uso pero que sorprendentemente no siempre mejora con el reposo, a irritaciones locales, edemas, hematomas, fisuras, elongaciones del músculo y por fin roturas, que parece un todo continuo de menor a mayor sobre el mismo problema⁷. En cualquier caso el tratamiento es similar: reposo, medidas antiinflamatorias, correcciones de la técnica y de la boquilla y fisioterapia o terapia física con mejor pronóstico si no se identifica rotura.

Las roturas fibrilares se reparan con una cicatriz, que no es tejido con la calidad del músculo y muchas roturas o repetidas o muy grandes pueden deteriorar mucho el músculo y limitar o impedir el uso intenso del mismo, por ejemplo en un deporte. Pues algo similar debe de ocurrir en el orbicular de los labios en músicos de viento, con la particularidad de que el músculo tiene unos centímetros y que más que potencia (que también) se le exige una precisión exquisita. En este caso agrava o dificulta el diagnóstico el que la lesión de este pequeño músculo no es frecuente en los medios clínicos habituales y requiere, incluso, de especialistas específicos.

FRECUENCIA

No conozco publicaciones específicas sobre la frecuencia del síndrome concreto. Lo publicado serían estimaciones generalmente derivadas de estudios epidemiológicos descriptivos sobre los síntomas más frecuentes en los músicos en general. Debido a la gran variedad de instrumentos y por tanto con condiciones ergonómicas absolutamente dispares, es difícil aislar una patología concreta. Se puede citar un artículo que hace una revisión de los problemas exclusivamente orofaciales en músicos, los más frecuentes serían «los problemas con la articulación temporomandibular, las infecciones por virus del herpes, los problemas dentales y los problemas con la musculatura perioral»⁸, aunque me parece que está sólo orientado a problemas de tipo estomatológico. Más interesante puede ser un estudio sobre los problemas de salud que afectan a los músicos hecho en Cataluña⁹ y que recoge un apartado concreto sobre músicos de viento, que junto con los percusionistas e instrumentos de cuerda frotada, son los que más frecuentemente tienen problemas. En concreto los instrumentistas de viento de metal, con el 85,5% son los segundos más frecuentes, cuando por otra parte no están entre los instrumentos más usados. En concreto los instrumentistas de viento metal que tuvieron problemas, en un 48,4% los referían a la boca. En general se suele citar en muchas publicaciones, científicas o no, que uno de cada 3 músicos de viento metal sufrirán problemas con la embocadura a lo largo de su vida. Una cosa sorprendente de este estudio en Cataluña es que la población estudiada eran músicos profesionales o no de esa Comunidad que llevaran más de dos años tocando y se enviaron nada menos que 9795 encuestas (contestaron 1730), aunque probablemente menos del 10% eran músicos de viento y sólo el 33% eran profesionales, pero igual el problema no es tan infrecuente.

VALORACIÓN PROFESIONAL

Este es un asunto controvertido o difícil de definir concretamente. Como ocurre en este caso los músicos profesionales pueden tener una vida laboral compleja con actividades simultáneas o con altas/bajas cortas y sucesivas. Por un lado puede estar súper especializado (solista en este caso), o menos con diferentes grados de exigencia (clásica, jazz, pop, bandas, etc.) o incluso dedicarse a la enseñanza. Cada una de estas circunstancias tiene unas peculiaridades bien distintas. En el caso concreto al tratarse de un AT, su profesión era a la que se dedicaba en el momento del AT y aunque en ese momento me constan 3 (solista, profesor y autónomo), es en la que se accidentó y se emitió el parte de AT (solista de orquesta) la profesión de referencia.

JUICIO CLÍNICO LABORAL

El artículo 136.1 de la Ley General de la Seguridad Social, define la IP contributiva como: *En la modalidad contributiva, es incapacidad permanente la situación del trabajador que, después de haber estado sometido al tratamiento prescrito, presenta reducciones anatómicas o funcionales graves, susceptibles de determinación objetiva y previsiblemente definitivas, que disminuyan o anulen su capacidad laboral. No obstará*

a tal calificación la posibilidad de recuperación de la capacidad laboral del inválido, si dicha posibilidad se estima médicamente como incierta o a largo plazo¹⁰. O sea el elemento fundamental de una IP de esta modalidad contributiva es por un lado hacer un balance entre la patología y los menoscabos que producen y por otro las exigencias del puesto de trabajo. Este juicio, este balance, se hace en el juicio clínico laboral.

En teoría y dependiendo de la graduación de la intensidad de los síntomas, el síndrome justifica limitaciones en cuanto a las horas en que se puede tocar de manera continua y especialmente en la capacidad de emitir algunos tonos o su intensidad, especialmente agudos. No se puede afirmar que la persona no pueda tocar el instrumento, sino que quizás no lo pueda tocar mucho tiempo o con una exigencia extrema. ¿Sería pues esto una disminución del rendimiento, más que una imposibilidad para hacer todas o las fundamentales tareas de la profesión?, por cierto ¿Cuáles son las tareas fundamentales de una profesión? También creo que hay que tener en cuenta la diferencia entre profesión genérica o puesto de trabajo concreto, aunque siempre me pareció que esto tiene escaso soporte legal, yo no conozco una definición de que es la profesión habitual. Un músico que toca el trombón de manera profesional, tanto lo puede hacer en una orquesta, como solista o no, en una grabación de un disco como músico de apoyo, en una banda municipal de música, en una orquesta que actúa en fiestas patronales, como dando clase de trombón. ¿Sería razonable pensar que alguien puede ser IP Total para solista de trombón en una orquesta sinfónica y compatibilizarlo con ser trombón no solista en un estudio de grabación o en una orquesta de música ligera? Sería razonable, aplicado al caso, ser IP Total para solista de trombón y compatibilizarlo, como ocurre, con dar clase o ser catedrático de trombón. Una última consideración sería que la ley General de la SS dice textualmente respecto a la IP en artículo 136: «reducciones anatómicas o funcionales graves». Aunque creo que pocas veces nos fijamos en esto, no creo que una rotura del orbicular de los labios se pueda considerar grave, ni siquiera funcionalmente.

VALORACIÓN DE LA CONTINGENCIA

Por último queda la consideración de la contingencia, creo que la causa de esta poco frecuente lesión es el trabajo y al no haber manera de incluirla como Enfermedad Profesional por no estar listada, la contingencia correcta, tal como hizo la Mutua, es la de AT, por el artículo 115, 2e: «Las enfermedades, no incluidas en el artículo siguiente, que contraiga el trabajador con motivo de la realización de su trabajo, siempre que se pruebe que la enfermedad tuvo por causa exclusiva la ejecución del mismo». Por lo publicado la frecuencia de dolencias que pueden tener alguna relación con el trabajo en músico profesionales es muy alta, la mayoría serían patologías del aparato locomotor que en muchos casos se podrían encajar bien en la vigente lista de EP, caso de las tendinitis. No así en el caso de la patología de espalda que creo tendría mal encaje incluso como AT o una peculiar patología que parece es la que más preocupa en el sector: la distonía (con similitudes al «calambre del escribiente») que parece a caballo entre la neurología y la psiquiatría.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. *Rupture of the Orbicularis Oris in Trumpet Players (Satchmo's Syndrome)*. Jaime Planas, M.D. April 1982, Plastic and Reconstructive Surgery. April 1982.
2. *Rupture of the Orbicularis Oris in Trumpet Players (Satchmo's Syndrome) Discussion*. Bernard I., Kaye M.D., D.M.D. April 1982, Plastic and Reconstructive Surgery
3. *Further experience with Rupture of the Orbicularis Oris in Trumpet Players*. Jaime Planas, M.D. June 1988, Plastic and Reconstructive Surgery.
4. *Further Experience with Rupture of the Orbicularis Oris in Trumpet Players. Discussion*. Philip Farkas, D. Mus. June 1988, Plastic and Reconstructive Surgery.
5. Lewis, Lucinda. Broken Embouchures. *Broken Embouchures*. s.l.: Embouchures.com, Inc., 2005.

6. *Orbicularis oris muscle injury in brass players*. Papsin BC, Maaske LA, McGrail JS. 1996 Jun, Laryngoscope., págs. 106(6):757-60.
7. *Problemas embocadura I-VI*. Llobet, Jaume Rosset i. 2005, 12 Notas (disponible en <http://www.institutart.com/>).
8. *Problemas orofaciales en músicos: una revisión de la literatura*. Rodríguez-Lozano FJ, Saéz-Yuguero MR y otros. 2011, Med Probl Perform Art.
9. *Detección de factores de riesgo en los músicos de Cataluña*. Roset-Llobet, Jaume, Rosinés-Cubells, Dolors y Saló-Orfila, Josep M. 2000, Medl Probl Perform Art, págs. 15: 167-174.
10. Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social. *Ley General de la Seguridad Social*.

Casos clínicos**Amputación corporal por accidente de trabajo en auxiliar de enfermería**

Severed body segment of nursing assitant at workplace

Alexander Finol Muñoz¹, Gloria Ortega Marín¹, Julián Domínguez Fernández^{1,2}, Johanna Rivero Colina¹, Manuel Usero Fernández¹, Miguel Espejo García¹

1. Hospital Universitario de Ceuta. España.

2. Unidad Docente Multiprofesional de Salud Laboral. Hospital Universitario de Ceuta. España.

Recibido: 09-08-14

Aceptado: 03-11-14

Correspondencia

Alexander José Finol Muñoz.

Hospital Universitario de Ceuta

Loma Colmenar s/n.º

Edificio 2. Planta -1.

51003. Ceuta. España

Correo electrónico: finolito@hotmail.com

Resumen

Los auxiliares de enfermería son un rango profesional expuesto a múltiples riesgos por las actividades inherentes a su trabajo, expuestos constantemente a sustancias desinfectantes que sin el uso apropiado de equipos de protección individual, puede provocar efectos adversos y lesiones en el trabajador. Caso Clínico: Mujer de 51 años de edad, auxiliar de enfermería, con antecedentes de Diabetes Mellitus tipo I y Síndrome de Túnel Carpiano. Presenta derrame accidental de líquido mientras llenaba envase de Biguanid®, cayéndole en todo el cuerpo, por lo que decide cambiarse el uniforme entero, conservando calcetines y zapatos por el resto del turno. Posteriormente presenta lesiones en región dorsal de 4º dedo de pie izquierdo, las cuales reciben tratamiento médico y seguimiento, con evolución tórpida, se evidencia edema y osteomielitis de la falange por lo que se decide amputar el dedo afectado. Una vez recuperada, fue estudiada con pruebas de provocación, evidenciando la susceptibilidad de la trabajadora a dicho desinfectante. Se propone al Instituto Nacional de Seguridad Social (INSS) como accidente de trabajo y una indemnización por lesión permanente no invalidante, ambas peticiones con respuesta favorable para la trabajadora. Actualmente sigue desempeñando sus funciones como auxiliar en el hospital. El cumplimiento y vigilancia de las normas de prevención, basados en los riesgos laborales permitirá evitar este tipo de incidentes en la población laboral, evitando a largo plazo lesiones corporales, discapacidades y bajas laborales que alteran la calidad de vida del trabajador y de su entorno profesional.

*Med Segur Trab (Internet) 2014; 60 (237) 786-793***Palabras clave:** Orbicular, músico, Satchmo.**Abstract**

Nursing assistants are a professional rank exposed to multiple risks by the inherent activities to their work. They are constantly exposed to disinfectant substances that can cause adverse effects and injuries to the worker unless they use the appropriate personal protective equipment. Clinical case: 51-year-old woman,

nursing assistant, with type I Diabetes Mellitus and Carpal Tunnel Syndrome history. She accidentally spilled liquid on her body while filling a package of Biguanid®. Consequently she decides to change the whole uniform, keeping socks and shoes during the rest of the turn. Later on she presents injuries in the dorsum of the fourth left finger, which received medical treatment and monitoring of slow evolution. The affected finger is amputated as oedema and osteomyelitis of the phalanx are evident. Once recovered, she was studied with provocation tests demonstrating the susceptibility of the worker to the disinfectant. A compensation by permanent non-invalidating injuries and work accident was requested to the National Social Security Institute (NSSI) with favourable answer for both requests. She still executes her functions as an assistant in the hospital. The compliance and monitoring of the norms of the labour risks prevention will allow to avoid this kind of incidents in the labour population, avoiding long-term corporal injuries, labour inabilities and sick leaves that modify the quality life of the worker and their professional surroundings.

Med Segur Trab (Internet) 2014; 60 (237) 786-793

Keywords: *Amputation, work accident, nursing assistant, Diabetes Mellitus.*

INTRODUCCIÓN

Por las funciones propias del auxiliar de enfermería, este rango profesional se encuentra expuesto a múltiples riesgos durante el desempeño de sus tareas, tales como el aseo y rasurado de pacientes, limpieza de materiales, recepción y entrega de comidas, reposición de materiales (batas, sábanas, toallas, gasas, guantes, etc.) funciones que facilitan la faena de enfermeras y médicos con el fin de garantizar una atención integral del paciente que lo amerita según su estado de salud¹.

A su vez, se encuentran en contacto permanente con productos químicos desinfectantes de uso común en instituciones de salud, que presentan altas demandas higiénicas por la presencia de múltiples agentes virales, bacterianos y fúngicos. Dentro de sus componentes, se encuentran sustancias que alteran la integridad de la salud de los auxiliares de enfermería si no se toman las medidas adecuadas de prevención en su manejo diario.

El contacto prolongado con este tipo de sustancias desinfectantes, que incluyen potentes sustancias químicas antibacterianas de amplio espectro, puede provocar lesiones en la piel, que dependiendo de la susceptibilidad del potencial usuario puede acarrear lesiones permanentes en la piel, incluso mutilaciones corporales.

Dentro de los más usados en el Hospital Universitario de Ceuta, se encuentra el BIGUANID®, un líquido de apariencia clara, color azul-verdoso con PH: Sin diluir 8.5 +/- 0.5. Su Composición: alkyldimethylbenzylammoniumchloride, alcypropylendiamin-1,5-bis-guanidinium acetato polihexanide, sin aldehidos ni fenoles, validado por la Comunidad Europea, con propiedades fungicidas, bactericidas y virucida frente a los patógenos más comunes. Sus campos de aplicación incluye, limpieza y desinfección de aparatos y utensilios médicos, también compatible para la limpieza de suelos, con niveles de desinfección variables según la concentración y el tiempo de aplicación².

El caso clínico que se describe a continuación, plantea la importancia del uso de equipos de protección individual, el correcto manejo de este tipo de sustancias desinfectantes y el grado de afectación corporal que puede sufrir la persona, tomando en consideración la susceptibilidad individual; factor fundamental en la evaluación personal de los trabajadores en relación con la tarea que debe cumplir.

CASO CLÍNICO

Mujer de 51 años de edad, auxiliar de enfermería, con antecedentes de Diabetes Mellitus tipo I y Síndrome de Túnel Carpiano. El día 20/02/2011, durante jornada de trabajo en planta, presenta derrame accidental de líquido mientras llenaba envase de Biguanid®, cayéndole en todo el cuerpo, por lo que decide cambiarse el uniforme entero, conservando calcetines y zapatos por el resto del turno de trabajo. Posteriormente presenta dos lesiones ampollas en región dorsal de 4º dedo de pie izquierdo, las cuales son tratadas y seguidas por cirugía general. Comienzan a aparecer signos de flogosis y secreción (Ver imágenes 1, 2), la cual se cultiva resultando crecimiento de Staphylococcus Aureus metilicín-resistente, indicándose tratamiento según antibiograma. A pesar de las medidas se complica con edema y osteomielitis de la falange (ver imagen 3) por lo que se decide amputar el dedo afectado. Una vez recuperada y con el estatus de incapacidad transitoria, fue estudiada con pruebas de provocación, evidenciando la susceptibilidad de la trabajadora a dicho desinfectante (ver imagen 4). Se propone al órgano competente Instituto Nacional de Seguridad Social (INSS) como accidente de trabajo y una indemnización por lesión permanente no invalidante. Actualmente sigue desempeñando sus funciones como auxiliar en el hospital.

Imagen 1



Imagen 2



Imagen 3



Imagen 4



* Imágenes tomadas de la Historia Clínica de la Trabajadora

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En el mundo hay más de 347 millones de personas con diabetes. La diabetes es una enfermedad crónica que aparece cuando el páncreas es incapaz de producir suficiente insulina o cuando el organismo no utiliza eficazmente la insulina que produce. La insulina es una hormona que regula el azúcar en la sangre. El efecto de la diabetes no controlada es la hiperglucemia, que con el tiempo daña gravemente muchos órganos y sistemas, especialmente los nervios y los vasos sanguíneos. La neuropatía diabética, combinada con la reducción del flujo sanguíneo por los daños en la micro y macro circulación

sanguínea, incrementan el riesgo de úlceras de los pies y en última instancia, amputación. Otras complicaciones frecuentes son la retinopatía y nefropatía diabética. La trabajadora descrita en el caso tiene como antecedente importante Diabetes Mellitus tipo I, lo que la predispone a presentar todas las complicaciones antes mencionadas, con suma importancia la afectación neurológica y circulatoria, que podría justificar la evolución tórpida que presentó posterior al contacto con el líquido desinfectante³.

La piel, como vía de entrada de agentes químicos, es una barrera que presenta una enorme cantidad de singularidades que determinan, en gran medida, la mayor o menor velocidad de entrada de cada especie química. Una descripción detallada de la estructura de la piel y de los mecanismos de penetración percutánea en función de la naturaleza del agente químico, del medio en el que va disperso, del estado de la piel, entre otros, permitirá predecir el efecto final de dicha exposición. Los efectos derivados de la exposición dérmica a sustancias químicas pueden ser locales, provocando trastornos en la piel, tales como irritaciones, dermatitis, sensibilización o sistémicos, causando alteraciones o daños en órganos o sistemas específicos. Esta trabajadora por los antecedentes mencionados y por su sensibilidad al producto utilizado, ha terminado con una amputación de la parte que permaneció con mayor tiempo expuesta al Biguanid®⁴.

Dentro de los riesgos por manejo de químicos en el lugar de trabajo tenemos la absorción a través de la piel, ingestión, contacto de la piel o los ojos con el agente químico, entre otros, que sumado a los factores de riesgo determinados por la gestión incorrecta de EPI (Equipos de protección individual), procedimiento de trabajo inadecuado, existencia de medios de control de fugas y derrames, envases inadecuados y sistema de trasvase incorrecto. Analizando el caso con detenimiento, la trabajadora ha incurrido en varios fallos al realizar el trasvase del líquido del desinfectante, el uso incorrecto de EPI y normas básicas de protección frente a derrame de líquidos, como el lavado con agua abundante y cambio de ropa, lo que evidentemente ha desencadenado toda esta serie de eventos desafortunados para su salud, allí radica la importancia de cumplir con las medidas preventivas según la evaluación de riesgos inherente a cada actividad laboral, ya que han sido implantadas con la finalidad de eliminar o reducir un riesgo determinado⁵.

Es necesario descartar que las lesiones ocurridas en la trabajadora fueran consecuencia de otra sustancia de uso común, ya que son muy frecuentes este tipo de reacciones frente a conservantes de jabones, algunas fragancias, metales diversos, bisutería, entre otros, pudiendo ser confundidos según el tipo de reacción con la piel. Con el fin de comprobar la relación entre la exposición al líquido desinfectante y la amputación posterior al accidente laboral declarado, se decidió realizar las respectivas pruebas epicutáneas (pruebas del parche) para confirmar la sensibilización a alguno de los componentes del Biguanid® (Ver [Imagen 4](#)). Fue evidente y clara la respuesta a la prueba. Se puede afirmar la susceptibilidad de la trabajadora con el producto, donde juega un papel fundamental el tiempo de exposición y su patología de base.

El Accidente de Trabajo, desde la perspectiva legal, queda definido como toda lesión corporal que el trabajador sufra como consecuencia del trabajo que ejecute por cuenta ajena⁶. Así mismo se ha establecido en la Ley General de la Seguridad Social que las lesiones, mutilaciones y deformidades de carácter definitivo, causadas por accidentes de trabajo y enfermedades profesionales serán indemnizadas⁷. A la trabajadora se le ha reconocido una indemnización por lesión permanente no invalidante. Al finalizar su recuperación, se ha reintegrado al puesto de trabajo habitual.

El objetivo de la medicina del trabajo, es garantizar la vigilancia de la salud individual y colectiva de los trabajadores. Mediante la evaluación de riesgo de los puestos de trabajo, se pueden crear ciertas medidas preventivas que en función de su cumplimiento podrán disminuir incluso evitar los accidentes laborales. El empresario está obligado a asumir ese compromiso. El principal propósito de la vigilancia de la salud va a ser comprender mejor el impacto que el trabajo tiene sobre la salud de los trabajadores, de tal forma que genere información que oriente a la toma de decisiones para mejorar las condiciones de trabajo⁵.

Por otra parte, la vigilancia debe posibilitar que se identifiquen, tan pronto como sea posible, los efectos adversos sobre el bienestar físico y mental, de tal manera que se pueda evitar la progresión hacia un ulterior daño para la salud más importante. Recalcar en la población de trabajadores el cumplimiento de las normas de prevención de riesgos laborales, incidirá directamente en su propia salud, evitando discapacidades y trastornos que afecten su vida cotidiana.

No es éticamente correcto, adjudicar las fallas en la actuación en temas de prevención exclusivamente a nuestros trabajadores, por lo que se debe asumir parte de la responsabilidad en el asunto.

Desde el punto de vista práctico, el diseño e incorporación de nuevas tecnologías en el manejo de productos químicos, podría disminuir la incidencia de este tipo de accidente de trabajo, como por ejemplo:

1. Mejorando la ergonomía de los envases (sistemas anti-derrame, asas de agarre amplio, superficies corrugadas).
2. Uso de envases desechables con reemplazo del recipiente completo (evita la necesidad de relleno de líquidos).
3. Equipos impermeables que no dificulten la respiración de la piel, motivo que en la mayoría de los casos hacen que los trabajadores hagan uso incorrecto de los mismos o peor aún, prescindan de ellos.

Antes de contratar un trabajador o de cambiarlo de puesto de trabajo, debería ser sometido a un examen de salud con el objetivo de determinar su aptitud para ocupar el nuevo puesto, que supondrá una determinada exposición a ciertos agentes químicos frente a los que el trabajador puede ser especialmente sensible o que pueden agravar una dolencia ya existente, en cuyo caso habrá que hacer énfasis en la formación continua en materia de prevención, vigilancia exhaustiva del cumplimiento de dichas normas y facilitar los equipos de prevención para su uso⁵.

La finalidad de los servicios de prevención no puede estar basada exclusivamente en la dotación de EPI, debe enfocarse mucho más en la formación y vigilancia en el cumplimiento de las normas de prevención. Su función no termina allí, dichos servicios deben lograr incorporar dentro del esquema de trabajo habitual de sus trabajadores, el cumplimiento de los reglamentos de protección, haciéndolos parte de la rutina laboral y no un requisito para acatar solo bajo observación de algún superior. Tener esta visión dentro del SPRL, es fundamental para unir esfuerzos en el logro de dichas metas.

De la misma forma, disponer de algún tipo de protocolo de actuación específico según las patologías que puedan derivar un riesgo agregado al desenvolvimiento de ese trabajador frente a la exposición a agentes químicos diversos, podría incorporarse una evaluación más cercana, jornadas de formación obligatoria con intervalos cortos de tiempo entre sesiones, evaluación continua del cumplimiento de dichas normas, designando un personal especial para vigilar su cumplimiento, sistemas de evaluación de gestión de calidad que aportarán información sobre el feedback de los trabajadores hacia el servicio de prevención, programas de reconocimiento al mérito o algún tipo de recompensa por correcto cumplimiento de las normas, aspectos que refuercen las conductas positivas y evitan desenlaces trágicos como el relatado en este caso clínico.

BIBLIOGRAFÍA

1. Funciones del auxiliar de enfermería. Disponible en: http://www.auxiliar-enfermeria.com/funciones_auxenf.htm.
2. Biguanid. Especificaciones Técnicas. Disponible en: <file:///C:/Users/pc%20admin/Downloads/1846130066533bb1201e4e9.pdf>
3. Diabetes. Organización Mundial de la Salud. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/es/>.

4. Salazar L, Heras F, Maqueda J. Directrices para la decisión clínica en enfermedades profesionales. Ministerio de Economía y Competitividad. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/EN%20CATALOGO/VIGILANCIA%20DE%20LA%20SALUD/Directrices%20para%20la%20toma%20de%20decisiones/cancer_cutaneo.pdf.
5. Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con el uso de agentes químicos presentes en los lugares de trabajo. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/g_AQ.pdf.
6. Ministerio de Empleo y Seguridad Social. Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social. Disponible en: http://www.seg-social.es/Internet_1/Normativa/095093?ssSourceNodeId=1139#A115
7. Gobierno de España. Ministerio de Empleo y Seguridad Social. Disponible en: http://www.seg-social.es/Internet_1/Masinformacion/Tramitesy_Gestiones/ Prestacion por lesion 045997/index.htm.
8. Ciercoles J, Castro J. Reimplante de miembro superior. Inserción al puesto de trabajo tras accidente laboral. *Revista Enfermería del Trabajo*. 2014; 4: 71-75.



ÍNDICE DE AUTORES 2014

APELLIDOS Y NOMBRE	TÍTULO	VOLUMEN	NÚMERO	AÑO
A. Aranda Vizcaíno	Prevalencia de anticuerpos IgG al toxoide tetánico en trabajadores sanitarios.	60	236	2014
A. López-López	Marco actual del suicidio e ideas suicidas en personal sanitario.	60	234	2014
A. López-López	Current framework of suicide and suicidal ideation in health professionals.	60	234	2014
Adriana Escobal-Machado	Turnos de trabajo ¿Un factor de riesgo cardiovascular?	60	234	2014
Aguilar-Vela M	Marco actual del suicidio e ideas suicidas en personal sanitario.	60	234	2014
Aguilar-Vela M	Current framework of suicide and suicidal ideation in health professionals.	60	234	2014
Agustín Méndez Arias	Trastornos hematopoyéticos en trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes.	60	234	2014
Alejandra Neyra Castañeda	¿Es coste-efectivo el desarrollo de programas de promoción de la salud en los lugares de trabajo?.	60	236	2014
Alexander José Finol Muñoz	Infección por Hepatitis No A / No B posterior a accidente biológico en personal de enfermería. A propósito de un caso.	60	236	2014
Alexander José Finol Muñoz	Amputación corporal por accidente de trabajo en auxiliar de enfermería.	60	237	2014
Ana Gómez Álvarez	Bases científicas y bioéticas del análisis de validez en medicina evaluadora.	60	236	2014
Ana M García	Evaluación de la exposición laboral a plaguicidas en España mediante una matriz empleo-exposición (MatEmESp, 1996-2005).	60	237	2014
Ana Padilla Fortes	Adaptaciones de puestos de trabajo de centros de salud en trabajadores especialmente sensibles a riesgos laborales.	60	236	2014
Ángela Calderón	RISKGATE y operaciones en minas de carbón en Australia.	60	235	2014
Antonio Domínguez Muñoz	Bases científicas y bioéticas del análisis de validez en medicina evaluadora.	60	236	2014
Artênio José Ísper Garbin	Absentismo laboral por patología odontológica y médica en una industria de gran porte del sector mecánico y mueblero.	60	236	2014
Brígido Pérez Bermúdez	Prevalencia de anticuerpos IgG al toxoide tetánico en trabajadores sanitarios.	60	236	2014
Carlos D. Cabrera Marutz	Enfermedades Profesionales en la Industria del Cobre: Extracción, Manufactura y Reciclaje.	60	237	2014
Carmen Martínez López	Prevalencia de anticuerpos IgG al toxoide tetánico en trabajadores sanitarios.	60	236	2014
Carmen Otero Dorrego	Plan de retorno al trabajo tras baja laboral por motivos de salud mental.	60	235	2014
Carmen Ruiz Almirón	Patología laboral sensibilizante, respiratoria y cutánea en la industria alimentaria.	60	236	2014
César Eloy Díaz Salazar	La simulación y disimulación en medicina evaluadora.	60	235	2014
Christian Meier de Taboada	Telemedicina y su aplicación en dermatología laboral.	60	234	2014
Cléa Adas Saliba Garbin	Work conditions and Occupational Health of dentists in Brazilian Public Health System.	60	234	2014

APELLIDOS Y NOMBRE	TÍTULO	VOLUMEN	NÚMERO	AÑO
Cléa Adas Saliba Garbin	Absentismo laboral por patología odontológica y médica en una industria de gran porte del sector mecánico y mueblero.	60	236	2014
Dailín Cobos Valdes	Methodology for evaluating biological risks in center for research and rehabilitation of hereditary ataxias, cuba. A way of surveillance in biosafety.	60	237	2014
Danny Coello Almarales	Methodology for evaluating biological risks in center for research and rehabilitation of hereditary ataxias, cuba. A way of surveillance in biosafety.	60	237	2014
Dennys Almaguer Gotay	Methodology for evaluating biological risks in center for research and rehabilitation of hereditary ataxias, cuba. A way of surveillance in biosafety.	60	237	2014
Diemen Darwin Delgado García	Silicosis: Controversy in detection.	60	234	2014
Edgar Taboada Aguirre	Condición laboral asociada a complicaciones en el embarazo en noreste de México.	60	237	2014
Eduardo Manzanera Balderas	Condición laboral asociada a complicaciones en el embarazo en noreste de México.	60	237	2014
Edwige G. Nagham-Ngwessitcheu	Teletrabajo, un enfoque desde la perspectiva de la salud laboral.	60	236	2014
Elena Martínez Fernández	Patologías relacionadas con las condiciones ambientales de un hospital terciario de la Comunidad de Madrid.	60	234	2014
Elena Martínez Fernández	¿Qué hacemos ante un brote de escabiosis en un hospital?	60	234	2014
Elena Ordaz Castillo	Condiciones de trabajo en el transporte público por carretera.	60	234	2014
Enrique Jaureguizar Cervera	Dermatitis aerotrasportada de origen laboral en la industria química, farmacéutica y sector sanitario.	60	237	2014
Esperanza M ^a Alonso Jiménez	II Jornadas Nacionales de Formación y Desarrollo Profesional de Enfermería del Trabajo.	60	237	2014
Eva Santamaría Gandarillas	Satisfacción Laboral y Apoyo Social en trabajadores de un hospital de tercer nivel.	60	234	2014
Fernando Gordillo León	Bases científicas y bioéticas del análisis de validez en medicina evaluadora.	60	236	2014
Fernando Mansilla Izquierdo	Acoso sexual en el trabajo en la Administración Pública.	60	235	2014
Francisco Maneiro Higuera	Ruptura del músculo orbicular de los labios en un músico de viento (síndrome de satchmo), a propósito de un caso.	60	237	2014
Fredy Rodríguez-Páez	Aproximación a un modelo de costo eficacia de protectores auditivos en el ambiente laboral.	60	235	2014
Gabriela Rubial Carvajal	Patología laboral sensibilizante, respiratoria y cutánea en la industria alimentaria.	60	236	2014
Gaetano Pepe Betancourt	Polimorfismo genético relacionado con la probabilidad de desarrollar asma ocupacional en trabajadores expuestos a isocianatos.	60	234	2014
Gaetano Pepe Betancourt	Genetic polymorphism linked to the probability of developing occupational asthma in workers exposed to isocyanates.	60	234	2014
Gloria Ortega Marín	Infección por Hepatitis No A / No B posterior a accidente biológico en personal de enfermería. A propósito de un caso.	60	236	2014
Gloria Ortega Marín	Amputación corporal por accidente de trabajo en auxiliar de enfermería.	60	237	2014
Héctor Márquez Marmolejo	Satisfacción Laboral y Apoyo Social en trabajadores de un hospital de tercer nivel.	60	234	2014

APELLIDOS Y NOMBRE	TÍTULO	VOLUMEN	NÚMERO	AÑO
Inés Pérez Leal	Índice de reinserción laboral tras un programa de rehabilitación cardiaca.	60	235	2014
Inés Terol Conthe	¿Es coste-efectivo el desarrollo de programas de promoción de la salud en los lugares de trabajo?.	60	236	2014
Inma Caballero Aranda	Abuso de fármacos en medio sanitario: programas de tratamiento.	60	235	2014
Ivanio Godoy Carus	Polimorfismo genético relacionado con la probabilidad de desarrollar asma ocupacional en trabajadores expuestos a isocianatos.	60	234	2014
Ivanio Godoy Carus	Genetic polymorphism linked to the probability of developing occupational asthma in workers exposed to isocyanates.	60	234	2014
Ivonne Constanza Valero Pacheco	Aproximación a un modelo de costo eficacia de protectores auditivos en el ambiente laboral.	60	235	2014
J. Vrhovac-Biljesko	Enfermedades Profesionales en la Industria del Cobre: Extracción, Manufactura y Reciclaje.	60	237	2014
Javier Vila	Evaluación de la exposición laboral a plaguicidas en España mediante una matriz empleo-exposición (MatEmESp, 1996-2005).	60	237	2014
Jenry Ricardo Borda Olivas	Patologías relacionadas con las condiciones ambientales de un hospital terciario de la Comunidad de Madrid.	60	234	2014
Jerónimo Maqueda Blasco	Condiciones de trabajo en el transporte publico por carretera.	60	234	2014
Jesús González Sánchez	Valoración de hábitos de vida saludables de los trabajadores expuestos a cancerígenos laborales de la provincia de Salamanca.	60	235	2014
Jill Harris Darren Sprott	RISKGATE y operaciones en minas de carbón en Australia.	60	235	2014
Joaquín Gámez de la Hoz	Adaptaciones de puestos de trabajo de centros de salud en trabajadores especialmente sensibles a riesgos laborales.	60	236	2014
Joaquín Nieto	Enfermedades laborales, una pandemia que requiere prevención.	60	234	2014
Johanna Rivero Colina	Amputación corporal por accidente de trabajo en auxiliar de enfermería.	60	237	2014
Johanna Rivero Colina	Infección por Hepatitis No A / No B posterior a accidente biológico en personal de enfermería. A propósito de un caso.	60	236	2014
Jørgen Riis Jepsen	El examen de seis músculos individuales: ¿Puede representar un enfoque diagnostico de trastornos neuropáticos de los miembros superiores?	60	237	2014
Jose Hernán Alfonso	El examen de seis músculos individuales: ¿Puede representar un enfoque diagnostico de trastornos neuropáticos de los miembros superiores?	60	237	2014
José Juan Escobar	Maculopatía crónica bilateral en un soldador.	60	235	2014
José Luis De la Fuente Madero	Bases científicas y bioéticas del análisis de validez en medicina evaluadora.	60	236	2014
José Manuel Vicente Pardo	Impacto del dolor en la incapacidad laboral.	60	234	2014
José Manuel Vicente Pardo	La legionelosis como enfermedad profesional. Metodología de Valoración.	60	235	2014
José Manuel Vicente Pardo	Enfermedades respiratorias por exposición a amianto, aspectos clínico-laborales y médico-legales.	60	236	2014
José Manuel Vicente Pardo	La valoración de la profesión, del trabajo, de la ocupación, y de las tareas en el procedimiento de valoración de la capacidad laboral en materia de seguridad social.	60	237	2014

APELLIDOS Y NOMBRE	TÍTULO	VOLUMEN	NÚMERO	AÑO
José Querol Fernández	Infección por Hepatitis No A / No B posterior a accidente biológico en personal de enfermería. A propósito de un caso.	60	236	2014
José Santana Herrera	Turnos de trabajo ¿Un factor de riesgo cardiovascular?	60	234	2014
Josefina Berlanga	Fundación SERMES para la Investigación Clínica.	60	236	2014
Juan Antonio Alonso Díaz	Resultados de la aplicación del protocolo de ruido en trabajadores expuestos a un nivel de ruido continuo diario equivalente igual o superior a 85 decibelios a.	60	234	2014
Juan José Maldonado Gil	Trastornos hematopoyéticos en trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes.	60	234	2014
Julián Domínguez Fernández	Amputación corporal por accidente de trabajo en auxiliar de enfermería.	60	237	2014
Julián Domínguez Fernández	Infección por Hepatitis No A / No B posterior a accidente biológico en personal de enfermería. A propósito de un caso.	60	236	2014
Karly Paola Cedeño Gabriel	Patología laboral sensibilizante, respiratoria y cutánea en la industria alimentaria.	60	236	2014
L. Reinoso Barbero	Dermatitis aerotrasportada de origen laboral en la industria química, farmacéutica y sector sanitario.	60	237	2014
Laura Ruiz Ruiz	Patologías relacionadas con las condiciones ambientales de un hospital terciario de la Comunidad de Madrid.	60	234	2014
Luis Vásquez Rueda	Satisfacción Laboral y Apoyo Social en trabajadores de un hospital de tercer nivel.	60	234	2014
M. Cano-Langreo	Marco actual del suicidio e ideas suicidas en personal sanitario.	60	234	2014
M. Cano-Langreo	Current framework of suicide and suicidal ideation in health professionals.	60	234	2014
M. Claudia Pérez-Simon	Teletrabajo, un enfoque desde la perspectiva de la salud laboral.	60	236	2014
M. Luisa Rodríguez de la Pinta	¿Qué hacemos ante un brote de escabiosis en un hospital?	60	234	2014
M. P. Sevilla Lerena	Abuso de fármacos en medio sanitario: programas de tratamiento.	60	235	2014
M. Victoria Rollón Gonzalez	Telemedicina y su aplicación en dermatología laboral.	60	234	2014
M.ª Belén Robles García	Riesgos laborales del personal técnico en inspecciones sanitarias de buques. Avanzando en conocimiento y organización.	60	235	2014
M.ª J. Almodóvar Carretón	Prevalencia de anticuerpos IgG al toxoide tetánico en trabajadores sanitarios.	60	236	2014
M.ª Luisa Rodríguez de la Pinta	Patologías relacionadas con las condiciones ambientales de un hospital terciario de la Comunidad de Madrid.	60	234	2014
Mª Luisa Paredes Rizo	Efectos biológicos derivados de la exposición a pbdes en trabajadores del reciclaje de e-waste: revisión sistemática.	60	237	2014
Mª Luisa Paredes Rizo	Pbdes exposure and biological effects on e-waste recycling workers: a systematic review.	60	237	2014
Macarena Gálvez Herrero	Plan de retorno al trabajo tras baja laboral por motivos de salud mental.	60	235	2014
Maidier Usarbarrena Ekiza	Valoración médico-laboral del trabajador con síndrome de Sjögren.	60	234	2014
Manuel Usero Fernández	Amputación corporal por accidente de trabajo en auxiliar de enfermería.	60	237	2014

APELLIDOS Y NOMBRE	TÍTULO	VOLUMEN	NÚMERO	AÑO
Mar Faraco Oñorbe	Riesgos laborales del personal técnico en inspecciones sanitarias de buques. Avanzando en conocimiento y organización.	60	235	2014
Marco Gandarillas González	Satisfacción Laboral y Apoyo Social en trabajadores de un hospital de tercer nivel.	60	234	2014
Margarita Dietl Sagües	Patologías relacionadas con las condiciones ambientales de un hospital terciario de la Comunidad de Madrid.	60	234	2014
María del Pilar Paz-Román	Condiciones de trabajo, estrés y manifestaciones psicósomáticas en médicos de hospitales de la ciudad de México.	60	235	2014
María Fuentes Piñeiro	Patologías relacionadas con las condiciones ambientales de un hospital terciario de la Comunidad de Madrid.	60	234	2014
María Fuentes Piñeiro	¿Qué hacemos ante un brote de escabiosis en un hospital?	60	234	2014
María Izaskum Regal Faraldo	Cáncer cutáneo por exposición ocupacional a agentes químicos.	60	235	2014
María Maestre Naranjo	¿Qué hacemos ante un brote de escabiosis en un hospital?	60	234	2014
Maria Mercedes Dávalos Torres	Condición laboral asociada a complicaciones en el embarazo en noreste de México.	60	237	2014
María Ruth Lobeto Martínez	Exposición laboral a hidrocarburos clorados y cáncer de páncreas: revisión de la bibliografía reciente.	60	235	2014
María Ruth Lobeto Martínez	Occupational exposure to chlorinated hydrocarbons and pancreatic cancer: review of recent literature.	60	235	2014
María Teresa Ferreiro Losada	Cáncer cutáneo por exposición ocupacional a agentes químicos.	60	235	2014
María Vázquez-Ubago	Teletrabajo, un enfoque desde la perspectiva de la salud laboral.	60	236	2014
María Villaplana García	Finalización del Proceso de Incapacidad Temporal y el Retorno al Trabajo.	60	237	2014
Marta Dorronsoro Dorronsoro	La legionelosis como enfermedad profesional. Metodología de Valoración.	60	235	2014
Marta Pérez Perdomo	Dermatitis aerotrasportada de origen laboral en la industria química, farmacéutica y sector sanitario.	60	237	2014
Martha Edilia Palacios-Nava	Condiciones de trabajo, estrés y manifestaciones psicósomáticas en médicos de hospitales de la ciudad de México.	60	235	2014
Martha Isabel Riaño-Casallas	Aproximación a un modelo de costo eficacia de protectores auditivos en el ambiente laboral.	60	235	2014
Miguel Ángel Pérez-Nieto	Bases científicas y bioéticas del análisis de validez en medicina evaluadora.	60	236	2014
Miguel Espejo García	Amputación corporal por accidente de trabajo en auxiliar de enfermería.	60	237	2014
Miguel González Valdayo	Índice de reinserción laboral tras un programa de rehabilitación cardíaca.	60	235	2014
Miguel Santibáñez Margüello	Satisfacción Laboral y Apoyo Social en trabajadores de un hospital de tercer nivel.	60	234	2014
Mikel Uña-Gorospé	Maculopatía crónica bilateral en un soldador.	60	235	2014
Milene Moreira Silva	Work conditions and Occupational Health of dentists in Brazilian Public Health System.	60	234	2014
Mirelli Ramiro da Silva	Work conditions and Occupational Health of dentists in Brazilian Public Health System.	60	234	2014
Nelson Walter López	Teletrabajo, un enfoque desde la perspectiva de la salud laboral.	60	236	2014

APELLIDOS Y NOMBRE	TÍTULO	VOLUMEN	NÚMERO	AÑO
Octavio Ramón de Fata	Prevalencia de anticuerpos IgG al toxoide tetánico en trabajadores sanitarios.	60	236	2014
Olga de la Peña Gutiérrez	Telemedicina y su aplicación en dermatología laboral.	60	234	2014
Óscar Garaña Robles	Satisfacción Laboral y Apoyo Social en trabajadores de un hospital de tercer nivel.	60	234	2014
Paula Carpintero Pérez	¿Es coste-efectivo el desarrollo de programas de promoción de la salud en los lugares de trabajo?	60	236	2014
Paula Lechuga Vázquez	Efectos biológicos derivados de la exposición a pbdes en trabajadores del reciclaje de e-waste: revisión sistemática.	60	237	2014
Paula Lechuga Vázquez	Pbdes exposure and biological effects on e-waste recycling workers: a systematic review.	60	237	2014
Paula María Marquéz Padorno	Riesgos laborales del personal técnico en inspecciones sanitarias de buques. Avanzando en conocimiento y organización.	60	235	2014
Pere Sanz-Gallen	Maculopatía crónica bilateral en un soldador.	60	235	2014
Philipp Kirsch	RISKGATE, una herramienta diseñada para la minería de carbón en la mejora de la seguridad, eficiencia y a nivel operacional.	60	235	2014
Philipp Kirsch	RISKGATE y operaciones en minas de carbón en Australia.	60	235	2014
Rafael López Pérez	Bases científicas y bioéticas del análisis de validez en medicina evaluadora.	60	236	2014
Raquel García Arcones	¿Qué hacemos ante un brote de escabiosis en un hospital?	60	234	2014
Raúl Jesús Regal Ramos	Incapacidad laboral por diabetes mellitus: características epidemiológica y complicaciones macro y microangiopáticas mas frecuentes.	60	234	2014
Rocío Gómez Grego	¿Qué hacemos ante un brote de escabiosis en un hospital?	60	234	2014
Rodrigo Tallón Moreno	Índice de reinserción laboral tras un programa de rehabilitación cardiaca.	60	235	2014
Ronald Jefferson Martins	Absentismo laboral por patología odontológica y médica en una industria de gran porte del sector mecánico y mueblero.	60	236	2014
Rosa María Rosario Amézquita	Prevalencia de trastornos músculo-esqueléticos en el personal de esterilización en tres hospitales públicos.	60	234	2014
Rosemarie Neipp López	Riesgos laborales del personal técnico en inspecciones sanitarias de buques. Avanzando en conocimiento y organización.	60	235	2014
Rudolf van der Haar	Evaluación de la exposición laboral a plaguicidas en España mediante una matriz empleo-exposición (MatEmEsp, 1996-2005).	60	237	2014
S. Cicirello-Salas	Marco actual del suicidio e ideas suicidas en personal sanitario.	60	234	2014
S. Cicirello-Salas	Current framework of suicide and suicidal ideation in health professionals.	60	234	2014
S. Velásquez-Alcalá	Enfermedades Profesionales en la Industria del Cobre: Extracción, Manufactura y Reciclaje.	60	237	2014
Safira Lago Antón	¿Es coste-efectivo el desarrollo de programas de promoción de la salud en los lugares de trabajo?	60	236	2014
Santiago José Rocha Eiroa	Cáncer cutáneo por exposición ocupacional a agentes químicos.	60	235	2014
Santiago Nogué	Maculopatía crónica bilateral en un soldador.	60	235	2014

APELLIDOS Y NOMBRE	TÍTULO	VOLUMEN	NÚMERO	AÑO
Santiago Vila Duplá	Prevalencia de anticuerpos IgG al toxoide tetánico en trabajadores sanitarios.	60	236	2014
Shirley Luna-Sánchez	Exposición laboral a hidrocarburos clorados y cáncer de páncreas: revisión de la bibliografía reciente.	60	235	2014
Shirley Luna-Sánchez	Occupational exposure to chlorinated hydrocarbons and pancreatic cancer: review of recent literature.	60	235	2014
Suzely Adas Saliba Moimaz	Work conditions and Occupational Health of dentists in Brazilian Public Health System.	60	234	2014
Tânia Adas Saliba Rovida	Work conditions and Occupational Health of dentists in Brazilian Public Health System.	60	234	2014
Tânia Adas Saliba Rovida	Absentismo laboral por patología odontológica y médica en una industria de gran porte del sector mecánico y mueblero.	60	236	2014
Teresa Isabel Amézquita Rosario	Prevalencia de trastornos músculo-esqueléticos en el personal de esterilización en tres hospitales públicos.	60	234	2014
Tonny Hibsen Da Silva Sánchez	Polimorfismo genético relacionado con la probabilidad de desarrollar asma ocupacional en trabajadores expuestos a isocianatos.	60	234	2014
Tonny Hibsen Da Silva Sánchez	Genetic polymorphism linked to the probability of developing occupational asthma in workers exposed to isocyanates.	60	234	2014
Tony Alfano	Turnos de trabajo ¿Un factor de riesgo cardiovascular?	60	234	2014
Yaime Vázquez Mojena	Methodology for evaluating biological risks in center for research and rehabilitation of hereditary ataxias, Cuba. A way of surveillance in biosafety.	60	237	2014

ÍNDICE DE ARTÍCULOS 2014

TÍTULO	NOMBRE Y APELLIDOS	VOLUMEN	NÚMERO	AÑO
¿Es coste-efectivo el desarrollo de programas de promoción de la salud en los lugares de trabajo?	Paula Carpintero Pérez Safira Lago Antón Alejandra Neyra Castañeda Inés Terol Conthe	60	236	2014
¿Qué hacemos ante un brote de escabiosis en un hospital?	María Maestre Naranjo Elena Martínez Fernández María Fuentes Piñeiro Rocío Gómez Grego Raquel García Arcones M. Luisa Rodríguez de la Pinta	60	234	2014
Absentismo laboral por patología odontológica y médica en una industria de gran porte del sector mecánico y mueblero.	Ronald Jefferson Martins Tânia Adas Saliba Rovida Artênio José Ísper Garbin Cléa Adas Saliba Garbin	60	236	2014
Abuso de fármacos en medio sanitario: programas de tratamiento.	Inma Caballero Aranda M. P. Sevilla Lerena	60	235	2014
Acoso sexual en el trabajo en la Administración Pública.	Fernando Mansilla Izquierdo.	60	235	2014
Adaptaciones de puestos de trabajo de centros de salud en trabajadores especialmente sensibles a riesgos laborales.	Padilla Fortes, Ana Gámez de la Hoz, Joaquín	60	236	2014
Amputación corporal por accidente de trabajo en auxiliar de enfermería.	Alexander José Finol Muñoz Gloria Ortega Marín Julián Domínguez Fernández Johanna Rivero Colina Manuel Usero Fernández Miguel Espejo García	60	237	2014
Aproximación a un modelo de costo eficacia de protectores auditivos en el ambiente laboral.	Ivonne Constanza Valero Pacheco Martha Isabel Riaño-Casallas Fredy Rodríguez-Páez	60	235	2014
Bases científicas y bioéticas del análisis de validez en medicina evaluadora.	Domínguez Muñoz, Antonio López Pérez, Rafael Gordillo León, Fernando Pérez-Nieto, Miguel Ángel Gómez Álvarez, Ana De la Fuente Madero, José Luis	60	236	2014
Cáncer cutáneo por exposición ocupacional a agentes químicos.	Santiago José Rocha Eiroa María Teresa Ferreiro Losada María Izaskum Regal Faraldo	60	235	2014
Condición laboral asociada a complicaciones en el embarazo en noreste de México.	Edgar Taboada Aguirre Eduardo Manzanera Balderas María Mercedes Dávalos Torres	60	237	2014
Condiciones de trabajo en el transporte público por carretera.	Elena Ordaz Castillo Jerónimo Maqueda Blasco	60	234	2014
Condiciones de trabajo, estrés y manifestaciones psicosomáticas en médicos de hospitales de la ciudad de México.	Martha Edilia Palacios-Nava María del Pilar Paz-Román	60	235	2014
Current framework of suicide and suicidal ideation in health professionals	M. Cano-Langreo S. Cicirello-Salas A. López-López Aguilar-Vela M	60	234	2014

TÍTULO	NOMBRE Y APELLIDOS	VOLUMEN	NÚMERO	AÑO
Dermatitis aerotrasportada de origen laboral en la industria química, farmacéutica y sector sanitario.	Enrique Jaureguizar Cervera Marta Pérez Perdomo L. Reinoso Barbero	60	237	2014
Efectos biológicos derivados de la exposición a pbdes en trabajadores del reciclaje de e-Waste: revisión sistemática.	Paula Lechuga Vázquez M ^a Luisa Paredes Rizo	60	237	2014
El examen de seis músculos individuales: ¿Puede representar un enfoque diagnóstico de trastornos neuropáticos de los miembros superiores?	Jørgen Riis Jepsen Jose Hernán Alfonso	60	237	2014
Enfermedades laborales, una pandemia que requiere prevención	Joaquín Nieto	60	234	2014
Enfermedades Profesionales en la Industria del Cobre: Extracción, Manufactura y Reciclaje	Carlos D. Cabrera Marutz S. Velásquez-Alcalá J. Vrhovac-Biljesko	60	237	2014
Enfermedades respiratorias por exposición a amianto, aspectos clínico-laborales y médico-legales.	José Manuel Vicente Pardo	60	236	2014
Evaluación de la exposición laboral a plaguicidas en España mediante una matriz empleo-exposición (MatEmESp, 1996-2005)	Javier Vila Rudolf van der Haar Ana M García	60	237	2014
Exposición laboral a hidrocarburos clorados y cáncer de páncreas: revisión de la bibliografía reciente.	Shirley Luna-Sánchez María Ruth Lobeto Martínez	60	235	2014
Finalización del Proceso de Incapacidad Temporal y el Retorno al Trabajo.	María Villaplana García	60	237	2014
Fundación SERMES para la Investigación Clínica.	Josefina Berlanga	60	236	2014
Genetic polymorphism linked to the probability of developing occupational asthma in workers exposed to isocyanates	Gaetano Pepe Betancourt Tonny Hibsén Da Silva Sánchez Ivanio Godoy Carus	60	234	2014
II Jornadas Nacionales de Formación y Desarrollo Profesional de Enfermería del Trabajo.	Esperanza M ^a Alonso Jiménez	60	237	2014
Impacto del dolor en la incapacidad laboral.	José Manuel Vicente Pardo	60	234	2014
Incapacidad laboral por diabetes mellitus: características epidemiológica y complicaciones macro y microangiopáticas más frecuentes	Raúl Jesús Regal Ramos	60	234	2014
Índice de reinserción laboral tras un programa de rehabilitación cardíaca.	Inés Pérez Leal Rodrigo Tallón Moreno Miguel González Valdayo	60	235	2014
Infección por Hepatitis No A / No B posterior a accidente biológico en personal de enfermería. A propósito de un caso.	Finol Muñoz, Alexander Ortega Marín, Gloria Domínguez Fernández, Julián Rivero Colina, Johanna Querol Fernández, José	60	236	2014
La legionelosis como enfermedad profesional. Metodología de Valoración.	Marta Dorronsoro Dorronsoro José Manuel Vicente Pardo	60	235	2014
La simulación y disimulación en medicina evaluadora.	César Eloy Díaz Salazar	60	235	2014

TÍTULO	NOMBRE Y APELLIDOS	VOLUMEN	NÚMERO	AÑO
La valoración de la profesión, del trabajo, de la ocupación, y de las tareas en el procedimiento de valoración de la capacidad laboral en materia de seguridad social.	José Manuel Vicente Pardo	60	237	2014
Maculopatía crónica bilateral en un soldador.	José Juan Escobar Pere Sanz-Gallen Santiago Nogué Mikel Uña-Gorospe	60	235	2014
Marco actual del suicidio e ideas suicidas en personal sanitario.	M. Cano-Langreo S. Cicirello-Salas A. López-López Aguilar-Vela M	60	234	2014
Methodology for evaluating biological risks in center for research and rehabilitation of hereditary ataxias, Cuba. A way of surveillance in biosafety.	Dailín Cobos Valdes Yaime Vázquez Mojena Danny Coello Almarales Dennys Almaguer Gotay	60	237	2014
Occupational exposure to chlorinated hydrocarbons and pancreatic cancer: review of recent literature.	Shirley Luna-Sánchez María Ruth Lobeto Martínez	60	235	2014
Patología laboral sensibilizante, respiratoria y cutánea en la industria alimentaria.	Cedeño Gabriel, Karly Paola Rubial Carvajal, Gabriela Ruiz Almirón, Carmen	60	236	2014
Patologías relacionadas con las condiciones ambientales de un hospital terciario de la Comunidad de Madrid.	Elena Martínez Fernández María Fuentes Piñeiro Laura Ruiz Ruiz Jenry Ricardo Borda Olivas Margarita Dietl Sagües M. ^a Luisa Rodríguez de la Pinta	60	234	2014
PBDEs exposure and biological effects on e-Waste recycling workers: a systematic review.	Paula Lechuga Vázquez M. ^a Luisa Paredes Rizo	60	237	2014
Plan de retorno al trabajo tras baja laboral por motivos de salud mental.	Carmen Otero Dorrego Macarena Gálvez Herrero	60	235	2014
Polimorfismo genético relacionado con la probabilidad de desarrollar asma ocupacional en trabajadores expuestos a isocianatos.	Gaetano Pepe Betancourt Tonny Hibsén Da Silva Sánchez Ivanio Godoy Carus	60	234	2014
Prevalencia de anticuerpos IgG al toxoide tetánico en trabajadores sanitarios.	Brígido Pérez Bermúdez M. ^a J. Almodóvar Carretón Octavio Ramón de Fata Santiago Vila Duplá Carmen Martínez López A. Aranda Vizcaíno	60	236	2014
Prevalencia de trastornos músculo-esqueléticos en el personal de esterilización en tres hospitales públicos.	Rosa María Rosario Amézquita Teresa Isabel Amézquita Rosario	60	234	2014
Resultados de la aplicación del protocolo de ruido en trabajadores expuestos a un nivel de ruido continuo diario equivalente igual o superior a 85 decibelios a.	Juan Antonio Alonso Díaz	60	234	2014

TÍTULO	NOMBRE Y APELLIDOS	VOLUMEN	NÚMERO	AÑO
Riesgos laborales del personal técnico en inspecciones sanitarias de buques. Avanzando en conocimiento y organización.	M.ª Belén Robles García Paula María Marqués Padorno Rosemarie Neipp López Mar Faraco Oñorbe	60	235	2014
RISKGATE y operaciones en minas de carbón en Australia.	Philipp Kirsch Jill Harris, Darren Sprott Ángela Calderón	60	235	2014
RISKGATE, una herramienta diseñada para la minería de carbón en la mejora de la seguridad, eficiencia y a nivel operacional.	Philipp Kirsch	60	235	2014
Ruptura del músculo orbicular de los labios en un músico de viento (síndrome de Satchmo), a propósito de un caso.	Francisco Maneiro Higuera	60	237	2014
Satisfacción Laboral y Apoyo Social en trabajadores de un hospital de tercer nivel.	Marco Gandarillas González Luis Vásquez Rueda Héctor Márquez Marmolejo Eva Santamaría Gandarillas Óscar Garaña Robles Miguel Santibáñez Margüello	60	234	2014
Silicosis: Controversy in detection.	Diemen Darwin Delgado García	60	234	2014
Telemedicina y su aplicación en dermatología laboral.	M. Victoria Rollón Gonzalez Olga de la Peña Gutiérrez Christian Meier de Taboada	60	234	2014
Teletrabajo, un enfoque desde la perspectiva de la salud laboral.	Nelson Walter López M. Claudia Pérez-Simon Edwige G. Naghham-Ngwessitcheu María Vázquez-Ubago	60	236	2014
Trastornos hematopoyéticos en trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes	Agustín Méndez Arias Juan José Maldonado Gil	60	234	2014
Turnos de trabajo ¿Un factor de riesgo cardiovascular?	José Santana Herrera Tony Alfano Adriana Escobal-Machado	60	234	2014
Valoración de hábitos de vida saludables de los trabajadores expuestos a cancerígenos laborales de la provincia de Salamanca.	Jesús González Sánchez	60	235	2014
Valoración médico-laboral del trabajador con síndrome de Sjögren.	Maidier Usarbarrena Ekiza	60	234	2014
Work conditions and Occupational Health of dentists in Brazilian Public Health System.	Suzely Adas Saliba Moimaz Tânia Adas Saliba Rovida Milene Moreira Silva Mirelli Ramiro da Silva Cléa Adas Saliba Garbin	60	234	2014

RELACIÓN DE EVALUADORES 2014

Álvarez Castillo, Carmen
Álvarez Theurer, Esther
Cano Portero, Rosa
Carmina Wanden-Berghe
Carreño Martín, M^a Dolores
Casal Lareo, Amparo
Castañón Álvarez, Juan
Conde-Salazar Gómez, Luis
Cortés Barragán, Rosa Ana
Cuesta Palacio, Ana Inés
D'Agostino, Marcelo José
Gamo González, M^a Fe
González Gómez, Fernanda
Granados Arroyo, Juan José
Guillén Subirán, Clara
Guzmán Vera, Carmen Karina
Heras Mendaza, Felipe
Hervella Ordóñez, Marina
Jiménez Bajo, Lourdes
Lastras González, Susana
Maestre Naranjo, María
Maqueda Blasco, Jerónimo
Martín Prieto, Reyes
Martínez Herrera, Juan Antonio
Martínez Jarreta, Begoña
Narganes Quijano, Begoña
Ordaz Castillo, Elena
Otero Dorrego, Carmen
Rescalvo Santiago, Fernando
Rodríguez de la Pinta, M^a Luisa
Roel Valdés, José
Romero Gómez, Diego
Sanz Valero, Javier
Serrano Ramos, Cristina
Sousa Uva, Antonio Neves Pires de
Uribe Centanaro, María Victoria
Vaquero Abellán, Manuel
Veiga de Cabo, Jorge
Zimmermann Verdejo, Marta