



ACTAS Derma-Sifiliográficas

Full English text available at
www.elsevier.es/ad



ORIGINAL

Dermatitis de contacto profesional en la industria eólica

G. Lárraga-Piñones^{a,*}, F. Heras-Mendoza^b y L. Conde-Salazar^b

^a Departamento Dermatología, Hospital Central Dr. Ignacio Morones Prieto, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México

^b Servicio de Dermatología Laboral, Escuela Nacional de Medicina del Trabajo, Madrid, España

Recibido el 8 de enero de 2012; aceptado el 12 de marzo de 2012

Disponible en Internet el 15 de julio de 2012

PALABRAS CLAVE

Dermatitis de contacto;
Profesional;
Industria eólica;
Resinas epoxi;
Fibra de vidrio;
Bisfenol F;
Molinos de viento

KEYWORDS

Contact dermatitis;
Professional;
Wind energy industry;
Epoxy resins;

Resumen

Introducción y objetivos: En el año 2010 la energía eólica en España incrementó su capacidad de cobertura un 16%, lo que posiciona al país en el cuarto lugar del mundo en este sector industrial, de gran desarrollo económico y fuente de empleo. Las dermatosis profesionales en este campo han sido poco estudiadas. Con el presente estudio se pretende describir las principales características de la afectación cutánea en sus trabajadores y los alérgenos implicados.

Material y método: Se realiza un estudio descriptivo y observacional de trabajadores de la industria eólica con sospecha de dermatitis de contacto remitidos a consulta de Dermatología Laboral de la Escuela Nacional de Medicina del Trabajo entre 2009 y 2011. Se realizó historia clínica, historia laboral, exploración física y pruebas epicutáneas según los materiales manipulados por estos trabajadores.

Resultados: Se estudiaron 10 trabajadores (8 hombres, 2 mujeres) pertenecientes a esta industria. La media de edad fue de 33,7 años. El cuadro principal fue eccema que afectaba a la cara, a los párpados, a los antebrazos y a las manos. En 4 trabajadores se encontró una sensibilización a resinas epoxi, uno de ellos presentó, además, sensibilización a sus endurecedores. Un paciente se encontraba sensibilizado a la resina de bisfenol F, con negatividad de la resina epoxi de la batería estándar. En los 5 casos restantes el diagnóstico final fue el de dermatitis de contacto irritativa por fibra de vidrio.

Conclusiones: Las dermatosis ocupacionales en la industria eólica son cada vez más frecuentes. Las resinas epoxi son sus principales alérgenos, mientras que la fibra de vidrio suele producir cuadros irritativos.

© 2012 Elsevier España, S.L. y AEDV. Todos los derechos reservados.

Occupational Contact Dermatitis in the Wind Energy Industry

Abstract

Background and objectives: In 2010, wind energy coverage in Spain increased by 16%, making the country the world's fourth largest producer in a fast-developing industry that is also a source of employment. Occupational skin diseases in this field have received little attention.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: gabi.larraga@hotmail.com (G. Lárraga-Piñones).

Fiberglass;
Bisphenol F;
Wind turbines

The present study aims to describe the main characteristics of skin diseases affecting workers in the wind energy industry and the allergens involved.

Material and methods: We performed a descriptive, observational study of workers from the wind energy industry with suspected contact dermatitis who were referred to the occupational dermatology clinic of the National School of Occupational Medicine (Escuela Nacional de Medicina del Trabajo) between 2009 and 2011. We took both a clinical history and an occupational history, and patients underwent a physical examination and patch testing with the materials used in their work.

Results: We studied 10 workers (8 men, 2 women), with a mean age of 33.7 years. The main finding was dermatitis, which affected the face, eyelids, forearms, and hands. Sensitization to epoxy resins was detected in 4 workers, 1 of whom was also sensitized to epoxy curing agents. One worker was sensitized to bisphenol F resin but had a negative result with epoxy resin from the standard series. In the 5 remaining cases, the final diagnosis was irritant contact dermatitis due to fiberglass.

Conclusions: Occupational skin diseases are increasingly common in the wind energy industry. The main allergens are epoxy resins. Fiberglass tends to produce irritation.

© 2012 Elsevier España, S.L. and AEDV. All rights reserved.

Introducción

La utilización del viento como fuente de energía tiene sus antecedentes en la antigüedad, cuando el hombre lo comenzó a emplear para bombear agua, propulsar barcos o moler cereales. La industria eólica moderna se inicia en 1979 con la producción en serie de turbinas movidas por grandes palas, que a través del tiempo han ido incrementando su diámetro, pasando de 20-30 m iniciales hasta los 90 m que poseen actualmente los molinos de mayor rendimiento (fig. 1). Durante la década pasada la producción mundial de energía eólica se ha visto incrementada en gran medida, llegando a producir actualmente hasta 196.630 megavatios¹. China fue en 2010 el primer productor de energía eólica en el mundo, situándose España en cuarto lugar, tras Estados Unidos y Alemania². En España existen 889 parques eólicos con 18.933 molinos distribuidos por todo el país; Castilla y León, Castilla-La Mancha, Galicia y Andalucía son las principales regiones en las que se encuentran dichos parques, siendo la primera la que cuenta con más potencia instalada³.



Figura 1 Aerogenerador moderno.

Las ventajas de este tipo de energía radican en que es renovable, no contaminante y se obtiene fácilmente si es instalada en el emplazamiento adecuado. Sin embargo, las principales desventajas se encuentran en el elevado coste de los aerogeneradores, en que la producción de energía es intermitente y en la imposibilidad de su almacenaje⁴. La fabricación de los aerogeneradores se lleva a cabo en Dinamarca, Portugal, España y Alemania, principalmente. En su elaboración se utilizan materiales de fibra de carbono y fibra sintética (aramidas), junto con resinas epoxi y endurecedores. Este proceso es variable según las necesidades del momento, y actualmente la fibra de vidrio tiende a sustituir a la de carbón⁵. El coste de cada aerogenerador se sitúa entre 2 y 3 millones de euros, y se calcula que poseen una vida media de 20 años.

Los trabajadores de estas empresas deben protegerse con vestimenta especial, guantes y gafas, de manera que puedan evitar la exposición a estas sustancias, las cuales son irritantes y sensibilizantes. Existen pocos estudios de dermatosis en la industria eólica; se ha informado una prevalencia del 10,9% de dermatitis de contacto alérgica profesional, siendo un 60,6% debido a los componentes epoxi y un 37,9% a los endurecedores, según un estudio realizado por Rasmussen et al.⁶. El objetivo de nuestro trabajo es describir las características de los cuadros cutáneos que presentan estos trabajadores y los alérgenos causantes de dermatitis de contacto profesional en esta industria.

Material y métodos

Realizamos un estudio observacional y descriptivo en el que se revisaron los pacientes remitidos a la consulta de Dermatología Laboral de la Escuela Nacional de Medicina del Trabajo de Madrid, España, entre los años 2009 y 2011, con sospecha de dermatitis de contacto de origen profesional que fueran trabajadores de empresas dedicadas a la producción de aerogeneradores. A todos los pacientes se les realizó una historia clínica general, historia laboral y

Tabla 1 Batería de resinas epoxi de Chemotechnique®

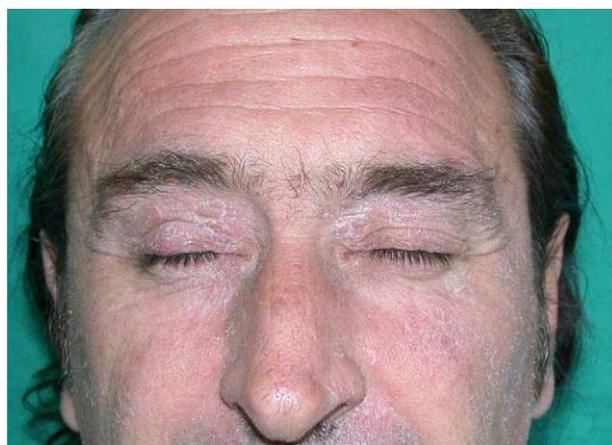
Hexamethilentetramina 2%
Diaminodifenilmetano 0,5%
Trietilentetramina 0,5%
Fenilglicidileter 0,25%
Dietilentetramina 1%
Isoforon Diamina 0,1%
Resina Epoxi cicloalifática 0,5%
Etilendiamina Dihidroclorhidrato 1% agua
Dimetilamino porpilamina 1% agua
Bisfenol F
1,6 Hexanediol diglicidileter 0,25%
1,4 Butanediol diglicidileter 0,25%
M-Xililendiamina 0,1%
Trimetilpropano triglicidileter 0,25%

exploración física. Se estudiaron los productos a los que están expuestos en su trabajo mediante el análisis de las hojas de seguridad de los mismos y entrevistas con la empresa.

Las pruebas epicutáneas aplicadas fueron la serie estándar del Grupo Español en Investigación en Dermatitis y Alergia Cutánea (GEIDAC) y la serie de resinas epoxi (Chemotechnique Diagnostics®, Malmo, Suecia) (tabla 1). En algún caso se ensayaron otras baterías específicas, de acuerdo a los alérgenos expuestos según las hojas de seguridad e historia clínica. Los parches se colocaron en la espalda del paciente, donde permanecieron en oclusión durante 48 horas. Los resultados fueron leídos a los 2, 3 y 6 días, y se informaron en función del criterio empleado por el Grupo Internacional de Dermatitis de Contacto (+, ++, +++).

Resultados

Durante el periodo de tiempo estudiado se atendieron un total de 10 pacientes pertenecientes a la industria de fabricación de aerogeneradores. De ellos, 8 eran hombres y 2 mujeres, con una media de edad de 33,7 años (25-46 años). Los puestos de trabajo que desempeñaban eran pintores, laminadores y pegadores (tabla 2). Las empresas en las cuales trabajaban eran: Gamesa (con 4 pacientes [empresa

**Figura 2** Placas ecematosas en la cara en un paciente de la industria eólica.

española que emplea a 7.200 trabajadores]); Vestas (con 4 pacientes [empresa danesa que posee en España 1.600 trabajadores]); y los trabajadores restantes (2) pertenecían a empresas subsidiarias de las dos anteriores.

Las hojas de seguridad aportadas por los trabajadores indicaban la presencia de lacas, desmoldeantes, adhesivos y resinas entre las sustancias generalmente manipuladas por estos trabajadores. Estos productos químicos suelen encontrarse referidos en las fichas de seguridad como bisfenol A, 1,6-hexanediol diglicidil éter y en algunos casos de forma más genérica, como «resinas sintéticas», «resinas epoxídicas» o «solución de resinas».

Estos trabajadores presentaban cuadros de eccema que afectaba a la cara y a los párpados en 4 de 10 pacientes, las manos y/o los antebrazos en 7 de 10 pacientes (fig. 2). En las pruebas epicutáneas se encontró sensibilización en 4 de 10 trabajadores para la resina epoxi contenida en la batería estándar; uno de ellos, además, presentaba sensibilización a los endurecedores trietilentetramina y dietilentetramina. Un paciente, en el que la prueba con la batería estándar fue negativa, presentó sensibilización a la resina epoxi de bisfenol F de la batería de resinas epoxi (Chemotechnique®) (fig. 3). Por la localización de las lesiones (en sitios aerotransportados) y los alérgenos expuestos en los sitios de

Tabla 2 Características generales de los pacientes

Sexo	Edad	Puesto de trabajo	Localización del eccema	Prueba estándar	Prueba específica	Diagnóstico
V	27	Pegador	Cara, párpados, cuello	R. epoxi Tiomersal	Trietilentetramina Dietilentetramina	ECAP
M	30	Laminador	Antebrazos	R. epoxi Níquel	Negativa	ECAP
M	33	Recursos humanos	Manos	Níquel	Negativa	ECIP
V	38	Laminador	Cara Cuello	Negativa	Negativa	ECIP
V	49	Pegador	Cara Párpados Manos	R. epoxi	Negativa	ECAP
V	31	Laminador	Manos	Negativa	Negativa	ECIP
V	25	Pintor	Antebrazos	Negativa	Negativa	ECIP
V	27	Montaje	Cara	Negativa	R. epoxi de bisfenol F	ECAP
V	46	Lijador/pintor	Cara	Negativa	Negativa	ECIP
V	31	Laminador	Manos, antebrazos	R. epoxi Níquel	Negativa	ECAP

ECAP: eccema de contacto alérgico profesional; ECIP: eccema de contacto irritativo profesional.



Figura 3 Prueba positiva a resina epoxi de bisfenol F.

trabajo, los casos que no presentaron sensibilización a las pruebas epicutáneas fueron diagnosticados como eccema irritativo secundario a fibra de vidrio.

De acuerdo a estos resultados, 5 trabajadores fueron diagnosticados de eccema de contacto alérgico profesional (ECAP) y otros 5 de eccema de contacto irritativo profesional (ECIP).

Discusión

La búsqueda de nuevas fuentes de energía renovable ha impulsado la producción de campos eólicos, en los que España ocupa el segundo lugar de Europa y el cuarto en el mundo. Esto ha condicionado que empresas dedicadas a la construcción de aerogeneradores se instalen en este país, dando empleo a miles de trabajadores y presentando dermatosis profesionales en esta novedosa industria. La producción de las palas de los molinos se realiza a base de un revestimiento exterior de resinas del sistema epoxi (RSE). Para conseguir mayor fuerza se emplea la fibra de vidrio, que puede estar preimpregnada con RSE y se añaden endurecedores para lograr catalizar las resinas. El revestimiento y la preimpregnación se endurecen a temperaturas altas, utilizando autoclaves. El proceso de producción se divide en unidades para el corte de preimpregnado, construcción de palas, vigas y piezas de montaje, más la unidad de acabado^{6,7}.

Las resinas epoxi se utilizan como aislantes, en recubrimientos, pinturas y como adhesivos. Son sustancias con un reconocido poder sensibilizante y causa principal de eccema de contacto alérgico laboral, como ocurre en la industria aeroespacial⁸. Un trabajo epidemiológico realizado por Ponté et al.⁵ en una empresa danesa dedicada a la producción de aerogeneradores estudió a 603 trabajadores, y encontró que el 10,9% presentaba ECAP, lo cual indica un altísimo porcentaje de pacientes sensibilizados a los sistemas epoxi. En cuanto a los sensibilizantes, los principales fueron las resinas epoxi de bisfenol A (10,5%) y de bisfenol F (8%).

Un estudio de Conde-Salazar et al.⁹, realizado en la industria aeronáutica, en la cual el proceso de fabricación es similar al que se lleva a cabo en la industria eólica, demostró que el 6,5% presentaban ECAP por sensibilización a resinas epoxi de bisfenol A.

Nuestro estudio muestra que la mitad de los pacientes estudiados presentan sensibilización a resinas epoxi, lo cual consideramos una prevalencia alta para nuestra población. También debemos de considerar que no todos los pacientes son enviados a nuestro centro de referencia para la realización de pruebas del parche, ya que en muchas ocasiones las manifestaciones cutáneas son muy sutiles, existe falta de sospecha clínica o incluso por el desinterés del paciente. Los alérgenos sensibilizantes, al igual que lo hallado por Rasmussen et al.⁶, fueron las resinas epoxi, con el importante matiz de los casos en los que existía sensibilización a resina epoxi de bisfenol F o a endurecedores como trietilentetramina y dietilentetramina. La resina epoxi de bisfenol F ha sido ya previamente informada como sensibilizante en algunos pacientes de la industria aeronáutica¹⁰ o en la de fabricación de adhesivos¹¹, y se trata de un alérgeno que puede pasar totalmente desapercibido, si no se sospecha su implicación en determinados eccemas.

La localización en la cara, el cuello, las manos y los antebrazos sugiere que el mecanismo aerotransportado está presente en estos casos, tal como se conoce para los eccemas de contacto alérgicos e irritativos causados por resinas epoxi¹². La relación del eccema con los periodos laborales (mejoría durante los periodos de baja o vacacionales y su recidiva al reincorporarse al trabajo) es un importante indicador para sospechar la implicación de esta resina en el cuadro.

En la mitad de los trabajadores que nos fueron remitidos el diagnóstico final fue el de ECIP, atribuido a la fibra de vidrio, material que se utiliza ampliamente en la fabricación de estos aerogeneradores. Las dermatosis por fibra de vidrio son frecuentes en la industria de la construcción¹³, ya que las pequeñas partículas que penetran en la capa córnea producen irritación y tienen como manifestación principal, y casi única, el prurito. Nogueira et al.¹⁴ publicaron el caso de una trabajadora de la industria eólica, en el cual atribuyeron a la sensibilización (que no irritación) a la fibra de vidrio un eccema localizado en la cara, el cuello y los antebrazos. Sin embargo, la positividad en las pruebas del parche a las resinas epoxi, que también se observó en el caso presentado por estos autores, pudiera tratarse de un ECAP por resinas epoxi, junto con un ECIP por fibra de vidrio.

Conclusión

Las resinas epoxi son uno de los alérgenos que con mayor frecuencia se encuentran en la industria en general y en la de plásticos en particular. La industria eólica, al ser una actividad nueva y de alta tecnología, emplea estas moléculas para la elaboración de los aerogeneradores, por lo que es probable que observemos cada vez un mayor número de dermatosis profesionales asociadas a su uso.

Consideramos, en función de esto, que a los trabajadores de la industria eólica es importante estudiarlos con

pruebas del parche de las series de resinas epoxi, además de la estándar, de forma que se puedan detectar alérgenos comunes para esta industria y que no siempre se encuentran claramente indicados en las hojas de seguridad. Tanto los eccemas de contacto alérgico por resinas epoxi, como los irritativos por fibra de vidrio, son frecuentes en estos pacientes y suelen presentarse siguiendo un patrón aero-transportado.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Pitteloud JD. General Situation. World Wind Energy Report (monografía en internet) 2010;1:6. [Consultado 20 Sept 2011]. Disponible en: <http://www.wwindea.org/home/images/stories/pdfs/worldwindenergyreport2010.s.pdf>.
2. El Sistema Eléctrico Español. (monografía en internet). Red Eléctrica de España, 2010;1:13. [consultado 1 Oct 2011]. Disponible en: http://www.ree.es/sistema_electrico/pdf/infosis/sintesis_REE_2010.pdf.
3. De Otto, Pérez, editores. Potencia Instalada en España. Eólica'11 (monografía en internet) 2011;1:24-35. [consultado 14 Oct 2011]. 1-129. Disponible en: <http://www.aeeolica.org/uploads/documents/Anuario%2011%20completo.pdf>.
4. Schiermeier Q, Tollefson J, Scully T, Witze A, Morton O. Electricity without Carbon. *Nature*. 2008;454:816-23.
5. Ponté A, Carstensen O, Rasmussen K, Grubberger B, Isaksson M, Bruze M. Epoxy-based production of wind turbine rotor blades: occupational dermatoses. *Contact Dermatitis*. 2004;50:329-38.
6. Rasmussen K, Carstensen O, Pontén A, Grubberger B, Isaksson M, Bruze M. Risk of contact allergy and dermatitis at a wind turbine plant using epoxy resin-based plastics. *Int Arch Occup Environ Health*. 2005;78:211-7.
7. Conde-Salazar Gómez L, Valks R. Dermatitis Profesionales por plásticos y resinas. En: Conde-Salazar L, Ancona-Alayón A, editores. *Dermatología Profesional*. Madrid, España: Áula Médica Ediciones; 2004. p. 134-46.
8. Calzado L, Ortiz-de Frutos FJ, Sánchez-Caminero MP, Galera CM, Valverde R, Vanaclocha F. Eczema de contacto alérgico por resina epoxi. *Actas Dermosifiliogr*. 2005;96:616-8.
9. Conde-Salazar L, Palacios S, Guimaraens D, Gonzalez MA, Fenoy P. Dermatitis de Contacto Profesional en la Industria Aeronáutica. *Actas Dermosifiliogr*. 1990;81:23-8.
10. Pontén A, Bruze M. Contact allergy to epoxy resin base on diglycidyl ether of bisphenol F. *Contact Dermatitis*. 2001;44:98.
11. Sakata S, Cahill J, Barton D, Nixon R. Occupational allergic contact dermatitis to bisphenol F epoxy resin. *Australas J Dermatol*. 2005;46:90-2.
12. Goossens A, Huygens S. Dermatitis aerotransportadas profesionales. En: Conde-Salazar L, Ancona-Alayón A, editores. *Dermatología Profesional*. Madrid, España: Áula Médica Ediciones; 2004. p. 289-95.
13. Bordel-Gómez MT, Miranda-Romero A. Fiberglass dermatitis: a report of 2 cases. *Contact Dermatitis*. 2008;59:120-2.
14. Nogueira A, Morais P, Cunha AP, Azevedo F. Systemic allergic contact dermatitis to fiberglass in a factory worker of wind turbine blades. *Cutan Ocul Toxicol*. 2011;30:228-30.