

ORIGINAL

Impacto de la exposición a la calima del polvo del Sáhara en los pacientes con insuficiencia cardiaca aguda atendidos en un servicio de urgencias

Alberto Domínguez-Rodríguez^{1,2}, Néstor Baez-Ferrer¹, Sergio Rodríguez^{3,4}, Pedro Abreu-González⁵, Magali González-Colaço Harmand⁶, Veena Amarnani-Amarnani¹, Emilio Cuevas³, Luciano Consuegra-Sánchez⁷, Silvia Alonso-Pérez⁸, Pablo Avanzas⁹⁻¹¹, Guillermo Burillo-Putze^{2,12}

Objetivo. Evaluar si la exposición a episodios de polvo sahariano predice los ingresos hospitalarios de los pacientes con insuficiencia cardiaca aguda (ICA) atendidos en un servicio de urgencias hospitalario (SUH).

Método. Estudio unicéntrico, de cohorte retrospectiva, de pacientes con ICA atendidos en un SUH. La población de estudio se dividió en 2 grupos: pacientes ingresados por ICA y pacientes con ICA dados de alta directa a domicilio desde el SUH. Se analizaron las concentraciones medias de material particulado (PM_x) (respirables, diámetro aerodinámico, da < 10 µm), PM_{2,5} (finas, da < 2,5 µm) y PM_{2,5-10} (gruesas, da 2,5-10 µm) desde el día de la llegada al SUH hasta 5 días previos. Se definió exposición intensa al polvo sahariano cuando las concentraciones medias diarias de PM₁₀ estaban entre 50 y 200 µg/m³. La relación para estimar el riesgo de ingresar por ICA en función de la exposición de PM_x durante los 5 días previos a su llegada a urgencias se analizó mediante análisis multivariable.

Resultados. Se incluyeron 1.097 pacientes con ICA, ingresaron 318 pacientes (29%), 779 (71%) se dieron de alta. Los pacientes ingresados por ICA tenían mayor edad, elevada comorbilidad y mayor proporción de pacientes expuestos a episodios intensos de polvo sahariano (p < 0,0001). En el análisis multivariable la exposición a episodios de polvo sahariano intensos se relacionó con el ingreso hospitalario en los pacientes con ICA (OR = 2,36; IC 95% 1,21-4,58; p = 0,01).

Conclusiones. En ausencia de estudios prospectivos, los resultados obtenidos de la serie analizada sugieren que la presencia de concentraciones elevadas de polvo sahariano (PM₁₀: 50-200 µg/m³) puede constituir un factor precipitante de ingreso por ICA.

Palabras clave: Servicio de Urgencias. Polvo sahariano. Insuficiencia cardiaca aguda. Factor precipitante.

Impact of exposure of emergency patients with acute heart failure to atmospheric Saharan desert dust

Objective. To explore whether episodes of exposure to atmospheric Saharan dust is a risk factor for hospitalization in patients with acute heart failure (AHF) attended in a hospital emergency department (ED).

Methods. Single-center retrospective study of patients with AHF. The cohort was analyzed in 2 groups: ED patients hospitalized with AHF and patients discharged home from the ED. Air pollution on the 5 days leading to ED admission for AHF was recorded as the average concentration of breathable particulate matter with an aerodynamic diameter of no more than 10 µm (PM₁₀) in the following ranges: fine PM (diameter less than 2.5 µm) or coarse PM (diameters between 2.5 and 10 µm). High Saharan dust pollution exposure was defined by mean daily PM₁₀ concentrations between 50 and 200 µg/m³. Multivariable analysis was used to estimate risk for AHF in relation to PM₁₀ exposure in the 5 days before the ED visit.

Results. A total of 1097 patients with AHF were treated in the ED; 318 of them (29%) were hospitalized and 779 (71%) were discharged home. Hospitalized patients were older, had more concomitant illnesses, and more episodes of exposure to Saharan dust (P < .0001). Multivariable analysis confirmed the association between Saharan dust exposure and hospital admission in these patients (odds ratio, 2.36; 95% CI, 1.21-4.58; P = .01).

Conclusions. In the absence of prospective studies, the results of this series suggest that exposure to high levels of Saharan dust (PM₁₀ concentrations between 50 and 200 µg/m³) may be a precipitating factor for hospitalization in AHF episodes.

Keywords: Emergency health services. Saharan dust. Acute heart failure. Precipitating factors.

Introducción

La insuficiencia cardiaca aguda (ICA) es un motivo frecuente de consulta en los servicios de urgencias hos-

pitalarios (SUH) y su prevalencia aumenta conforme avanza la edad^{1,2}. La mortalidad intrahospitalaria varía entre el 3,8 y el 17,8%³. Además, al menos uno de cada cinco pacientes que acude por ICA a un SUH vol-

Filiación de los autores:

¹Servicio de Cardiología, Hospital Universitario de Canarias, Tenerife, España.

²Facultad de Ciencias de La Salud, Universidad Europea de Canarias, Tenerife, España.

³Centro de Investigación Atmosférica de Izaña, AEMET, Tenerife, España.

⁴ Estación Experimental de Zonas Áridas, CSIC, Almería, España.

⁵Departamento de Ciencias Médicas Básicas (Unidad de Fisiología), Universidad de La Laguna, Tenerife, España.

⁶UCICEC, Servicio de Farmacología Clínica, Hospital Universitario de Canarias, San Cristóbal de La Laguna, Tenerife, España.

⁷Servicio de Cardiología, Hospital General Universitario Santa Lucía, Cartagena, Murcia, España.

⁸Escuela de Arquitectura, Universidad Europea de Canarias, Tenerife, España.

⁹Hospital Universitario Central de Asturias, Servicio de Cardiología, Oviedo, España.

¹⁰Departamento de Medicina, Universidad de Oviedo, Oviedo, España.

¹¹Instituto de Investigación Sanitaria del Principado de Asturias (ISPA), Oviedo, España.

¹²Servicio de Urgencias, Hospital Universitario de Canarias, Tenerife, España.

Autor para correspondencia:

Alberto Domínguez-Rodríguez
Servicio de Cardiología
Hospital Universitario de Canarias
C/ Ofra, s/n. La Cuesta E
38320 Tenerife, España

Correo electrónico:
adrdvg@hotmail.com

Información del artículo:

Recibido: 10-8-2018
Aceptado: 20-10-2018
Online: 8-4-2019

Editor responsable:
Aitor Alquézar.

verá a consultar en urgencias en los siguientes 30 días³. En el SUH debe realizarse el diagnóstico, determinarse el tipo de insuficiencia cardíaca, e iniciarse el tratamiento del paciente. Además, la correcta identificación de los factores precipitantes del episodio permite optimizar las medidas correctoras⁴.

Existen factores precipitantes no estandarizados de ICA como el estrés emocional y físico, el embarazo, la prescripción inadecuada de fármacos y la contaminación ambiental⁴. Numerosos estudios epidemiológicos han demostrado que existe una clara asociación entre la exposición a contaminantes del aire ambiente y efectos nocivos en la salud, que dan lugar a un aumento considerable en la morbilidad^{5,6}. Muchos de estos estudios han sido realizados en áreas urbanas de Europa, Norteamérica y Asia, donde la población está expuesta a múltiples contaminantes gaseosos (óxidos de nitrógeno, ozono, dióxido de azufre, entre otros) y particulados (hidrocarburos, hollín, diversos tipos de sulfatos y nitratos, etc.) ligados, mayoritariamente, a emisiones de combustión (automóviles diesel y gasolina, generación eléctrica, industria, etc.). Se considera al material particulado (PM_x) como una de las causas principales de los efectos cardiovasculares⁷⁻¹⁰.

Durante los últimos años, la comunidad científica se ha interesado en los posibles efectos sobre la salud relacionados con la exposición a PM_x de polvo desértico¹¹, fenómeno también conocido como calima en el argot meteorológico. La calima de polvo desértico es un fenómeno habitual en el subtropical del hemisferio norte (10°N a ~35°N), en el denominado Cinturón de Polvo (Figura 1A), que se extiende sobre el Norte de África, Oriente Medio y parte de Asia¹². Las calimas se originan cuando vientos intensos soplan sobre los depósitos de polvo acumulados en bajas topográficas y en los lechos de antiguos lagos y ríos, donde existen grandes cantidades de arcillas y otros minerales ligados a antiguos depósitos fluviales¹¹. Las observaciones desde satélite muestran que el polvo desértico emitido en estas fuentes es transportado a lo largo de miles de kilómetros¹³. Como ejemplo cabe citar a la Capa de Aire Sahariano (Figura 1A), una corriente de aire que transporta el polvo desde el Norte de África hacia el Atlántico, pasando sobre Canarias y Cabo Verde, hasta llegar al Caribe y América¹¹. Con el fin de reducir los numerosos impactos socioeconómicos de este polvo desértico en suspensión (especialmente en el Norte de África, Oriente Medio y parte de Asia), la Organización Meteorológica Mundial, coordina el sistema SDS-WAS (Sand and Dust Storm Warning Advisory and Assessment System; https://www.wmo.int/pages/prog/arep/wwrp/new/Sand_and_Dust_Storm.html).

Estudios epidemiológicos previos han observado aumentos en la morbilidad y mortalidad durante episodios de polvo desértico en el Sur de Europa¹¹ y en Asia¹⁴. En la actualidad, no existe evidencia científica del efecto de la exposición de la calima de polvo desértico en los pacientes con ICA. Por ello, el objetivo del presente estudio fue evaluar si la exposición a episodios de polvo sahariano predice los ingresos hospitalarios de los pacientes con ICA atendidos en un SUH.

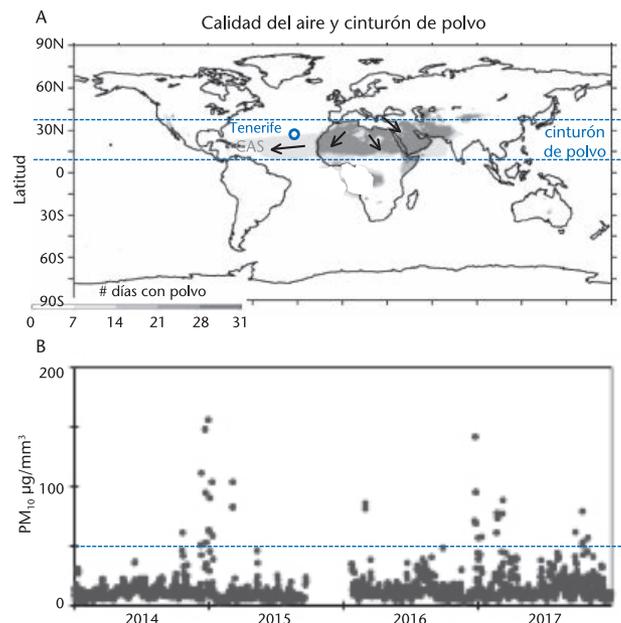


Figura 1. A) Ilustración del Cinturón de Polvo y su impacto en la calidad del aire. B) Valores medios diarios de PM_{10} en Tenerife entre 1 de enero de 2014 a 31 de diciembre de 2017.

Método

Este estudio se llevó a cabo en el Complejo Hospitalario Universitario de Canarias (CHUC), que realiza la asistencia médica de la zona norte de Tenerife, con una población de referencia de 343.025 habitantes. Analizamos de manera retrospectiva desde el 1 de enero de 2014 a 31 de diciembre de 2017 los pacientes que acudieron al SUH por ICA. Los criterios diagnósticos de ICA fueron la presencia de síntomas (disnea, ortopnea, disnea paroxística nocturna), signos agudos de ICA (tercer ruido, crepitantes pulmonares, presión venosa yugular superior a 4 cm, taquicardia sinusal en reposo, edemas, hepatomegalia, reflujo hepatoyugular), datos radiológicos de congestión pulmonar y la presencia de concentraciones elevadas de NT-proBNP¹⁵.

En el presente estudio se incluyeron pacientes con ICA con un tiempo de estancia en el SUH superior a 36 horas. Se consideraron criterios de exclusión: a) presencia de un síndrome coronario agudo a su llegada a urgencias y que concomitantemente desarrolló una ICA, b) presencia de ICA que se traslada a otro centro, y c) presencia de ICA con alta directa a domicilio desde urgencias en un tiempo \leq a 36 horas. Posteriormente, para el análisis del presente estudio la población se dividió en 2 grupos. Un grupo fueron los pacientes ingresados por ICA en el CHUC (servicios de medicina interna, cardiología o unidad de cuidados intensivos); el otro grupo fueron pacientes con ICA dados de alta directa a domicilio desde urgencias.

Los datos basales de los pacientes incluyeron: datos demográficos (edad y sexo), de comorbilidad [an-

tecedentes de hipertensión arterial, diabetes mellitus, dislipemia, tabaquismo, insuficiencia renal crónica (filtrado glomerular < 30 ml/min/1,73 m²), enfermedad pulmonar obstructiva crónica, asma bronquial], episodios previos de ICA y el tratamiento previo a la consulta en el SUH (diuréticos, bloqueantes beta, inhibidores del enzima convertidor de la angiotensina o antagonistas del receptor de la angiotensina II). En los datos del episodio agudo a su llegada a urgencias, se analizaron: datos analíticos (hemoglobina, péptido natriurético –NTproBNP– y sodio) y factores precipitantes de la ICA.

Se utilizaron datos de la red de calidad del aire de Canarias: concentración de partículas PM₁₀, PM_{2,5} y PM_{2,5-10} (conjunto al que nos referiremos como PM_x: PM con diámetro aerodinámico < 10 μm, $< 2,5$ μm y entre 2,5 y 10 μm, expresado en μg/m³, respectivamente) y variables meteorológicas (temperatura y humedad relativa) medidas mediante los métodos de referencia que establece la legislación vigente en materia de calidad del aire.

Las partículas PM₁₀ y PM_{2,5} se midieron en las estaciones de la red gubernamental de calidad del aire, mediante los métodos de referencia que establece la legislación vigente en la Unión Europea (instrumentación automática y datos convertidos a equivalentes gravimétricos). De entre las numerosas estaciones de vigilancia de la calidad del aire existentes en Tenerife, se seleccionaron dos estaciones representativas de las zonas de las que proceden los pacientes que visitan el SUH del CHUC. Para ello se tuvo en cuenta la abrupta orografía de la isla y la variabilidad de la altura a la que entra el polvo sahariano en las distintas estaciones del año^{13,16}. En ambas estaciones (Tristán y Balsa Zamora), las concentraciones de PM₁₀ mostraron una alta correlación ($r = 0,74$), por lo que se trabajó con los valores medios de ambas estaciones.

Asimismo, se hizo una estimación del PM_x inhalado (PM_{x-in}, expresado en μg) durante los 5 días previos al ingreso por una persona que respira al ritmo de 5 litros/minuto (respiración media de una persona de 70 Kg, resultante en un volumen horario $V(h) = 0,3$ m³):

$$PM_{x-in} = \sum_{(h=1)}^{120} PM_x(h) \cdot V(h)$$

donde se suman el producto de las concentraciones horarias de PM_x (h) y el volumen inspirado durante 1 hora ($V(h) = 0,3$ m³) al ritmo de 5 l/min durante las 120 h previas (5 días) al ingreso.

Los episodios en los que las concentraciones medias diarias de PM₁₀ superaron los 50 μg/m³ (umbral guía de protección sobre la salud de la Organización Mundial de la Salud –OMS–)¹⁷ a causa de la presencia de calima de polvo sahariano fueron identificados mediante las observaciones satélite (MODIS, <http://giovanni.gsfc.nasa.gov/>) y los modelos del sistema SDSWAS coordinados por la Agencia Estatal de Meteorología y el Barcelona Super Computing Centre para la Organización Mundial de Meteorología (<https://sds-was.aemet.es/>).

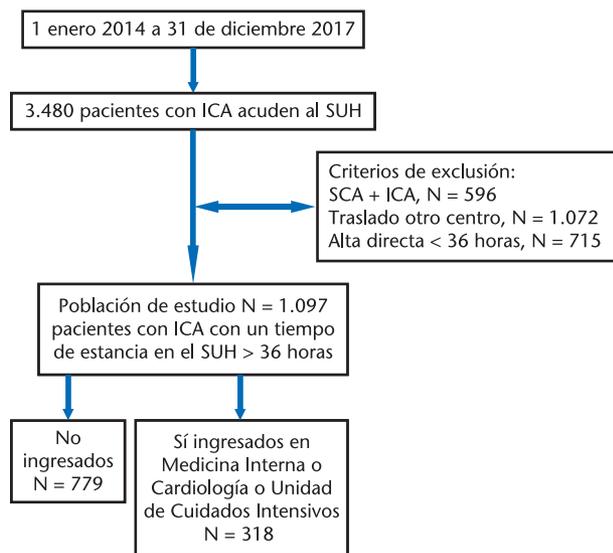


Figura 2. Diagrama de flujo de la población de estudio. ICA: insuficiencia cardiaca aguda; SUH: servicio de urgencias hospitalario; SCA: síndrome coronario agudo.

El estudio se realizó siguiendo la Declaración de Helsinki sobre los principios éticos para las investigaciones médicas con seres humanos. Asimismo, fue aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica de nuestro centro.

Se realizó un estudio de casos (pacientes ingresados por ICA) y controles (pacientes con ICA dados de alta directa a domicilio desde urgencias) (Figura 2) en el que se analizó la exposición a la concentración de PM_x promedio los 5 días previos a ser atendido en el SUH. Las variables continuas se presentan como media (desviación estándar) de los datos con distribución normal o mediana y los percentiles 25 (Q1) y 75 (Q3) para los datos de distribución no normal. Las variables discretas se expresaron mediante frecuencias y porcentajes. Para comparar variables cuantitativas, se utilizó el test de la U de Mann-Whitney y de la t de Student, y para determinar la asociación entre variables cualitativas, el test de la ji cuadrado o el test exacto de Fisher.

La variable “presencia de calima sahariana con PM₁₀ > 50 μg/m³” (umbral guía recomendado por la OMS)¹⁷ se categorizó como variable dicotómica. Durante el periodo de estudio, las concentraciones medias diarias de PM₁₀ variaron entre 2 y 156 μg/m³. El valor PM₁₀ = 50 μg/m³ se correspondió al percentil 98,86.

Se llevó a cabo un análisis de regresión logística multivariable para determinar las variables asociadas a ingreso hospitalario por ICA. Se incluyeron en el modelo todas las variables que obtuvieron un valor de $p < 0,05$ en el análisis univariado. Los resultados se expresan con la *odds ratio* y el intervalo de confianza del 95%. En todos los casos se consideró significativo un valor $p < 0,05$. El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS, versión 20 (SPSS Inc., Armonk, Nueva York, EE.UU.).

Tabla 1. Clasificación de los pacientes con la insuficiencia cardiaca aguda atendidos en el servicio de urgencias hospitalario en función del ingreso: datos clínicos

| | Total (N = 1.097) n (%) | No ingresado (n = 779) n (%) | Sí ingresado (n = 318) n (%) | p |
|---|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------|
| Datos epidemiológicos | | | | |
| Edad, años [media (DE)] | 64 (12) | 62 (12) | 68 (11) | < 0,001 |
| Sexo varón | 418 (38,1) | 292 (37,5) | 126 (39,6) | 0,50 |
| Antecedentes personales | | | | |
| Hipertensión arterial | 697 (63,5) | 459 (59) | 238 (74,8) | < 0,001 |
| Diabetes mellitus | 395 (36) | 241 (31) | 154 (48,4) | < 0,001 |
| Dislipemia | 616 (56,2) | 434 (55,8) | 182 (57,2) | 0,66 |
| Tabaquismo | 645 (58,8) | 463 (59,5) | 182 (57,2) | 0,48 |
| Insuficiencia cardiaca previa | 667 (60,8) | 487 (62,5) | 180 (56,8) | 0,07 |
| Enfermedad renal crónica* | 97 (8,8) | 64 (8,2) | 33 (10,4) | 0,25 |
| Asma | 33 (3) | 23 (3) | 10 (3,1) | 0,86 |
| Enfermedad pulmonar obstructiva crónica | 243 (22,2) | 181 (23,2) | 62 (19,5) | 0,17 |
| Tratamiento previo a urgencias | | | | |
| Betabloqueantes | 654 (59,6) | 467 (60) | 187 (58,8) | 0,70 |
| IECA-ARAI | 464 (42,3) | 341 (43,8) | 123 (38,8) | 0,12 |
| Diuréticos | 1.008 (91,9) | 712 (91,4) | 296 (93,1) | 0,35 |
| Datos de laboratorio del episodio agudo | | | | |
| NT-proBNP (pg/ml)** | 2.338 (1.477;3.582) | 2.273 (1.460;3.507) | 2.390 (1.530;3.783) | 0,10 |
| Hemoglobina (gr/dl) *** [media (DE)] | 14,2 (1,5) | 14,2 (1,5) | 14,3 (1,6) | 0,41 |
| Sodio (mEq/l) [media (DE)] | 138,3 (3,1) | 138,3 (3,1) | 138,4 (3) | 0,61 |
| Factor precipitante de la insuficiencia cardiaca aguda | | | | |
| Incumplimiento terapéutico | 73 (6,7) | 51 (6,5) | 22 (7) | < 0,001 |
| Fibrilación auricular rápida | 471 (42,9) | 375 (48,1) | 96 (30,1) | |
| Infecciones | 290 (26,4) | 211 (27,2) | 79 (24,9) | |
| Factor precipitante desconocido | 263 (24) | 142 (18,2) | 121 (38) | |

DE: desviación estándar; IECA-ARAI: inhibidor de la enzima convertidora de la angiotensina-antagonista de los receptores de la angiotensina II; NT-proBNP: propeptido natriurético cerebral N-terminal.

*Enfermedad renal crónica definida con un filtrado glomerular < 30 ml/min/1,73 m².

**Variable continua con distribución no normal se expresa como mediana (RIC Q1;Q3).

***Variable continua con distribución normal se expresa como media (DE).

Resultados

Un total de 3.480 pacientes fueron atendidos por ICA, se excluyeron 2.383 pacientes por presentar algún criterio de exclusión. Por lo tanto, el total de pacientes analizados en el presente estudio incluyó 1.097 pacientes de los cuales 779 (71%) fueron dados de alta a domicilio y 318 (29%) requirieron ingreso hospitalario (Figura 2). La edad media fue de 64 años y 679 (62%) eran mujeres. Un 39,2% de los casos era un primer episodio de ICA (*de novo*). En las características clínicas de los pacientes en función del ingreso hospitalario, se observaron diferencias significativas en ambos grupos de población, con mayor edad y superior proporción de hipertensos y diabéticos en pacientes ingresados por ICA. Sin embargo, existía mayor proporción de factores precipitantes en pacientes no ingresados por ICA. El resto de características clínicas basales se detallan en la Tabla 1.

Se registraron un total de 31 días con valores medios de PM₁₀ superiores a 50 µg/m³. Los episodios de polvo sahariano suelen tener una duración de entre 2 y 5 días, durante los cuales los valores medios diarios de PM₁₀ puede variar desde su nivel de fondo en Tenerife (mediana = 11 µg/m³) hasta por encima de 100 µg/m³ (Figura 1B). En la Tabla 2 se representan las concentraciones de partículas PM₁₀, temperatura y humedad relativa en fun-

ción del ingreso de los pacientes con ICA atendidos en urgencias. Se observaron diferencias significativas en ambos grupos de población, con mayor proporción de pacientes expuestos a la calima sahariana PM₁₀ ≥ 50 µg/m³ en pacientes ingresados por ICA. Asimismo los pacientes ingresados por ICA presentan concentraciones mayores de PM₁₀ inhalado, PM_{2,5} inhalado y mayor temperatura ambiental frente a los pacientes con ICA no ingresados. El análisis multivariable muestra que la exposición a la calima sahariana con una cifra de PM₁₀ ≥ 50 µg/m³ constituye un factor precipitante de ingreso por ICA (OR = 2,36; IC95% 1,21-4,58; p = 0,01) (Tabla 3).

Discusión

Según nuestro conocimiento, este es el primer estudio realizado en España en el que se analiza el impacto de la exposición a la calima sahariana y el ingreso por ICA.

Se trata de una cohorte retrospectiva de pacientes con ICA atendida en un SUH. Las características basales de nuestra cohorte son globalmente similares a las del registro *Epidemiology of Acute Heart Failure in Emergency Department* (EAHFE)³, si bien existen algunas diferencias. La edad de los pacientes incluidos es inferior a los pacientes del registro EAHFE (64 años *versus* 79 años)³. Probablemente, esto se deba al diseño de nuestro estu-

Tabla 2. Clasificación de los pacientes en función del ingreso de la insuficiencia cardiaca aguda atendidos en el servicio de urgencias hospitalario: datos atmosféricos

| | Total (N = 1.097) n (%) | No ingresado (n = 779) n (%) | Sí ingresado (n = 318) n (%) | p |
|--|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------|
| Variables atmosféricas en los 5 días previos a ser atendido en el SUH | | | | |
| Pacientes expuestos a la calima sahariana $PM_{10} \geq 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | 112 (10,2) | 57 (7,3) | 55 (17,3) | < 0,001 |
| PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)* | 10 (6;18) | 10 (6;17) | 11 (6;20) | 0,07 |
| PM_{10} -in (μg)* | 264 (200;368) | 257 (197;353) | 278 (207;417) | 0,002 |
| $PM_{2,5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)* | 5 (3;8) | 5 (3;8) | 5 (3;9) | 0,12 |
| $PM_{2,5}$ -in (μg)* | 276 (191;442) | 269 (190;417) | 293 (198;530) | 0,02 |
| $PM_{2,5-10}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)* | 5 (3;10) | 5 (3;9) | 6 (3;11) | 0,05 |
| $PM_{2,5-10}$ -in (μg)* | 17 (15;20) | 17 (15;20) | 18 (15;20) | 0,05 |
| Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)** | 21,8 (1,9) | 21,7 (1,8) | 22,2 (2,2) | < 0,001 |
| Humedad relativa (%)** | 66,6 (1,03) | 66,7 (1,1) | 66,6 (0,7) | 0,34 |

*Variable continua con distribución no normal se expresa como mediana (RIC Q; Q3).

**Variable continua con distribución normal se expresa como media (DE).

dio, ya que en el presente análisis solo se tomaron en cuenta los pacientes con ICA con un tiempo de estancia en urgencias superior a 36 horas. En nuestro estudio, desconocemos la edad media de los pacientes excluidos dados de alta con una estancia inferior a 36 horas. El grado de comorbilidades puede ser comparable a los resultados del registro EAHFE, excepto en la enfermedad renal crónica con una menor proporción en nuestro estudio (8% frente a 22% en el EAHFE)³. Probablemente, esto se deba a que nosotros utilizamos como criterio de insuficiencia renal crónica un filtrado glomerular inferior a 30 ml/min/1,73 m². En relación al sexo son directamente comparables al registro EAHFE. El factor precipitante de la ICA se identificó en el 76% de los pacientes, dato muy similar al observado en el registro EAHFE³.

Un estudio previo, realizado en Canarias, demostró un aumento en la admisión en un SUH de pacientes con patología respiratoria, trastornos de ansiedad y dolores torácicos atípicos en los días con presencia de calima¹⁸. López-Villarubia *et al.* demostraron que la exposición a la calima está asociada a un incremento de la mortalidad de causa cardíaca y respiratoria¹⁹.

En la interpretación de los resultados obtenidos en los estudios sobre efectos en la salud basados en registros de niveles de PM_x , se debe tener en cuenta la potencial variabilidad en la composición química del PM_x . La mayoría de estudios sobre mortalidad cardiovascular y PM_x se han realizado en áreas urbanas de latitudes

medias, donde la población se encuentra mayoritariamente expuesta al PM_x procedente de fuentes de combustión (especialmente partículas carbonosas –hidrocarburos y hollín– finas y ultrafinas, emitidas por automóviles, quema de biomasa y fuentes industriales), y donde tan solo se reciben episodios esporádicos de polvo desértico con concentraciones que oscilan entre 10 y 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ^{21,22}. El escenario es distinto en las urbes del Cinturón de Polvo (por ejemplo Santa Cruz de Tenerife, Dakar, Amman, Kuwait, Doha, Teherán o Pekín), donde, si bien es cierto que hay emisiones de combustión, las mayores concentraciones de partículas PM_{10} y $PM_{2,5}$ se registran durante episodios de polvo desértico, cuando este componente puede presentar concentraciones > 1.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durante periodos cortos (horas), y > 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durante periodos relativamente largos (días), hecho que se observa en los registros de Tenerife (Figura 1B).

La relación directa de la presencia de calima sahariana con $PM_{10} > 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e ingreso por ICA, se puede deber a diversos factores, tales como los efectos de la exposición a los minerales del polvo o la presencia –habitual– de contaminantes industriales²² y microorganismos –virus, bacterias y hongos– mezclados con el polvo^{23,24}, que como consecuencia puede producir un aumento del estrés oxidativo y de la inflamación celular²⁵.

El presente estudio está focalizado en las calimas saharianas que inducen niveles de $PM_{10} > 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (umbral guía recomendado por la OMS)¹⁷. La propia OMS reconoce que, muy probablemente, no exista un umbral por debajo del cual no haya efectos en la salud¹⁷, motivo por el que sería deseable realizar futuros estudios que incluyan niveles de polvo por debajo de este umbral. Las calimas de polvo sahariano son más intensas entre noviembre y marzo a nivel del mar y entre julio y agosto a altitudes superiores a los 1.000 metros; su intensidad y frecuencia es variable a lo largo del año, y muy dependiente del escenario meteorológico que las causa^{13,16}.

El presente estudio tiene varias limitaciones que es preciso resaltar. En primer lugar, las observaciones son el resultado de un análisis retrospectivo y unicéntrico. En segundo lugar, el traslado del paciente a otro centro hospitalario secundario o subagudo fue un criterio de ex-

Tabla 3. Resultados del análisis de regresión logística usando como variable dependiente haber sido ingresado por insuficiencia cardiaca (variable de referencia)

| | OR | IC del 95% | p |
|---|------|------------|---------|
| Edad (por año de edad) | 1,02 | 1,01-1,04 | < 0,001 |
| Hipertensión arterial | 1,41 | 1,01-1,97 | 0,03 |
| Diabetes mellitus | 1,45 | 1,07-1,96 | 0,01 |
| Presencia calima sahariana con $PM_{10} \geq 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | 2,36 | 1,21-4,58 | 0,01 |
| Factor precipitante | 1,32 | 1,12-1,56 | 0,001 |
| PM_{10} inhalado | 1,00 | 0,99-1,00 | 0,74 |
| $PM_{2,5}$ inhalado | 1,00 | 0,99-1,00 | 0,94 |
| Temperatura | 1,08 | 0,91-1,28 | 0,37 |

IC: intervalo de confianza; OR: odds ratio.

clusión, por no poder realizar seguimiento de estos pacientes. Estos pacientes se trasladaban a criterio del profesional responsable del paciente. En tercer lugar, se excluyeron los pacientes con ICA dados de alta en menos de 36 horas y no puede descartarse que exista un sesgo de selección. Esta decisión se basó en que más del 90% de estos pacientes no tenían medidas de péptidos natriuréticos (NT-proBNP) a su ingreso. En nuestro estudio los criterios diagnósticos de ICA se basaron en la presencia de síntomas, signos, datos radiológicos de congestión pulmonar y presencia de concentraciones elevadas de NT-proBNP¹⁵. En cuarto lugar, la información sobre la clase funcional NYHA basal y los datos ecocardiográficos para la función del ventrículo izquierdo no estuvieron disponibles en ningún paciente. En quinto lugar, no se dispone del índice de Barthel ni de datos de fragilidad de los pacientes. Y finalmente, errores en la medida de la exposición del PM, debido principalmente a las diferencias entre lo medido por las estaciones captadoras y la exposición real de cada una de las personas de una población (variabilidad interindividual)²⁶.

En conclusión, en ausencia de estudios prospectivos, los resultados obtenidos de la serie analizada sugieren que la presencia de concentraciones elevadas de polvo sahariano (PM₁₀: 50-200 µg/m³) pueden constituir un factor precipitante de ingreso por ICA.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflictos de interés en relación con el presente artículo.

Contribución de los autores: Todos los autores han confirmado su autoría en el documento de responsabilidades del autor, acuerdo de publicación y cesión de derechos a EMERGENCIAS.

Financiación: Los autores declaran la no existencia de financiación en relación al presente artículo.

Responsabilidades éticas: El estudio fue aprobado por el Comité de Ética del Complejo Hospitalario Universitario de Canarias (CHUC). Todos los participantes otorgaron su consentimiento para participar en el estudio. Todos los autores han confirmado el mantenimiento de la confidencialidad y respeto de los derechos de los pacientes en el documento de responsabilidades del autor, acuerdo de publicación y cesión de derechos a EMERGENCIAS.

Artículo no encargado por el Comité Editorial y con revisión externa por pares

Bibliografía

- Bueno H. La insuficiencia cardiaca aguda en España: certezas e incertidumbres. *Emergencias* 2015;27:7-8.
- Llorens P. Risk assessment in emergency department patients with acute heart failure: We need to reach beyond our clinical judgment. *Emergencias*. 2018;30:75-6.
- Llorens P, Escoda R, Miró Ò, Herrero-Puente P, Martín-Sánchez FJ, Jacob J, et al. Characteristics and clinical course of patients with acute heart failure and the therapeutic measures applied in Spanish emergency departments: based on the EAHFE registry (Epidemiology of Acute Heart Failure in Emergency Departments). *Emergencias*. 2015;27:11-22.
- Aguirre Tejedo A, Miró Ò. Precipitating factors in acute heart failure: a review. *Emergencias*. 2017;29:185-93.
- An Z, Jin Y, Li J, Li W, Wu W. Impact of Particulate Air Pollution on Cardiovascular Health. *Curr Allergy Asthma Rep*. 2018;18:15.
- Hadley MB, Baumgartner J, Vedanthan R. Developing a Clinical Approach to Air Pollution and Cardiovascular Health. *Circulation*. 2018;137:725-42.
- Bourdrel T, Bind MA, Béjot Y, Morel O, Argacha JF. Cardiovascular effects of air pollution. *Arch Cardiovasc Dis*. 2017;110:634-42.
- Wellenius GA, Schwartz J, Mittleman MA. Particulate air pollution and hospital admissions for congestive heart failure in seven United States cities. *Am J Cardiol*. 2006;97:404-8.
- Shah AS, Langrish JP, Nair H, McAllister DA, Hunter AL, Donaldson K, et al. Global association of air pollution and heart failure: a systematic review and meta-analysis. *Lancet*. 2013;382:1039-48.
- Domínguez-Rodríguez A, Abreu-Afonso J, Rodríguez S, Juárez-Prera RA, Arroyo-Ucar E, González Y, et al. Air pollution and heart failure: Relationship with the ejection fraction. *World J Cardiol*. 2013;5:49-53.
- Karanasiou A, Moreno N, Moreno T, Viana M, de Leeuw F, Querol X. Health effects from Sahara dust episodes in Europe: literature review and research gaps. *Environ Int*. 2012;47:107-14.
- Prospero JM, Ginoux P, Torres O, Nicholson SE, Gill TE. Environmental characterization of global sources of atmospheric soil dust identified with the Nimbus 7 Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) absorbing aerosol product. *Rev. Geophys*. 2002;40:1-31.
- Rodríguez S, Cuevas E, Prospero JM, Alastuey A, Querol X, López-Solano J, et al. Modulation of Saharan dust export by the North African dipole. *Atmos. Chem. Phys*. 2015;15:7471-86.
- Kashima S, Yorifuji T, Tsuda T, Eboshida A. Asian dust and daily all-cause or cause-specific mortality in western Japan. *Occup Environ Med* 2012;69:908-15.
- Harjola VP, Parissis J, Brunner-La Rocca HP, Çelutkienė J, Chioncel O, Collins SP, et al. Comprehensive in-hospital monitoring in acute heart failure: applications for clinical practice and future directions for research. A statement from the Acute Heart Failure Committee of the Heart Failure Association (HFA) of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur J Heart Fail*. 2018;20:1081-99.
- Alonso-Pérez S, Cuevas E, Querol X. Objective identification of synoptic meteorological patterns favouring African dust intrusions into the marine boundary layer of the subtropical eastern north Atlantic region. *Meteorology and Atmospheric Physics*. 2011;113:109.
- WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Global update 2005. Summary of risk assessment. World Health Organization, 2016. (Consultado 1 Agosto 2018). Disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69477/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf
- García-Carrasco J, Hernández-Vázquez A, Blasco de la Fuente A, Rodríguez-Hernández BC, Rancaño-Gila E, Núñez-Díaz S. Invasión de viento sahariano y su impacto en la asistencia sanitaria urgente. *Emergencias*. 2001;13:372-6.
- López-Villarrubia E, Iñiguez C, Peral N, García MD, Ballester F. Characterizing mortality effects of particulate matter size fractions in the two capital cities of the Canary Islands. *Environ Res*. 2012;112:129-38.
- Rodríguez S, Querol X, Alastuey A, Viana MM, Alarcó-Mantilla E, Ruiz CR. Comparative PM₁₀-PM_{2.5} source contribution study at rural, urban and industrial sites during PM episodes in Eastern Spain. *Science of the Total Environment*. 2004;328:95-113.
- Pey J, Querol X, Alastuey A, Forastiere F, Stafoggia M. African dust outbreaks over the Mediterranean Basin during 2001-2011: PM₁₀ concentrations, phenomenology and trends, and its relation with synoptic and mesoscale meteorology. *Atmos Chem Phys*. 2013;13:1395-410.
- Sandström T, Forsberg B. Desert dust: an unrecognized source of dangerous air pollution? *Epidemiology*. 2008;19:808-9.
- Rodríguez S, Alastuey A, Alonso-Pérez S, Querol X, Cuevas E, Abreu-Afonso J, et al. Transport of desert dust mixed with North African industrial pollutants in the subtropical Saharan Air Layer. *Atmos. Chem. Phys*. 2011;11:6663-85.
- Griffin DW. Atmospheric movement of microorganisms in clouds of desert dust and implications for human health. *Clin Microbiol Rev*. 2007;20:459-77.
- Domínguez-Rodríguez A, Abreu-González P, Rodríguez S, Avanzas P, Juárez-Prera RA. Short-term effects of air pollution, markers of endothelial activation, and coagulation to predict major adverse cardiovascular events in patients with acute coronary syndrome: insights from AIRACOS study. *Biomarkers*. 2017;22:389-93.
- Domínguez-Rodríguez A, Abreu-Afonso J, Rodríguez S, Juárez-Prera RA, Arroyo-Ucar E, Jiménez-Sosa A, et al. Comparative study of ambient air particles in patients hospitalized for heart failure and acute coronary syndrome. *Rev Esp Cardiol*. 2011;64:661-6.