



## **Uso de la meteorología y cronología en la predicción del paro cardíaco extrahospitalario**

---

La combinación de ambos tipos de datos mediante Machine Learning identifica los días de la semana y condiciones ambientales de mayor riesgo.

---

**E**l paro cardíaco extrahospitalario (PCEH) representa una sustancial carga sanitaria global, como demuestra un estudio internacional realizado entre 1991 y 2007, en el que su incidencia en Europa y Norteamérica alcanzó los 86,4 y 98,1 caos por persona-años, respectivamente. A pesar de la intervención de los servicios de emergencia, la supervivencia al alta es extremadamente baja, lo que impone la necesidad de desarrollar mecanismos capaces de predecir el PCEH de manera diaria y fiable. Dado que ya es conocido que su incidencia se ve afectada por las condiciones meteorológicas, el aprovechamiento de datos meteorológicos de alta resolución puede contribuir a establecer tal sistema predictivo. La identificación de asociaciones en datos caracterizados por su complejidad y volumen requiere técnicas capaces de integrar múltiples variables cuantitativas, como es el caso del *Machine Learning* (ML), la cual surge como alternativa a los enfoques estadísticos unidimensionales convencionales. El análisis por ML de la combinación formada por la incidencia conocida del PCEH y la predicción meteorológica diaria puede generar un sistema de alerta temprana para individuos de alto riesgo, materializado como dispositivo conectado al internet de las cosas.

## Diseño del estudio

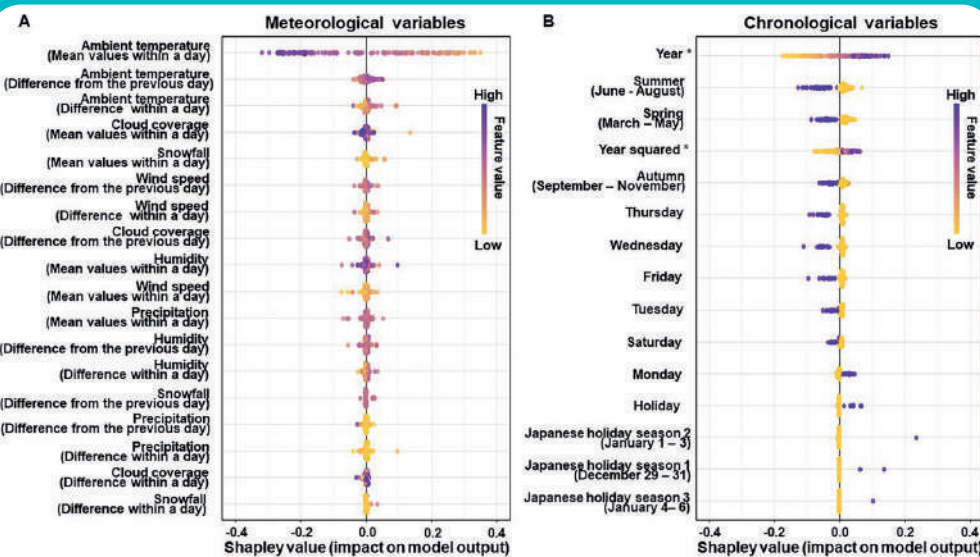
Considerando los datos del registro nacional japonés de emergencias durante diez años y los proporcionados por una filial de IBM especializada en predicciones meteorológicas a una resolución de 30 km, se generaron los conjuntos de datos destinados

tanto al entrenamiento como al testado del algoritmo de ML. Las variables meteorológicas incluyeron la temperatura ambiente, presión atmosférica, humedad relativa, precipitación durante las horas previas, nieve, nubosidad y velocidad del viento, mientras que las variables cronológicas estuvieron formadas por las estaciones, días de la semana y el período vacacional propio de Japón. Para el desarrollo del modelo predictivo de incidencia diaria del PCEH, se utilizó el algoritmo eXtreme Gradient Boosting, usado frecuentemente en la resolución de problemas mediante ML, con hiperparámetros seleccionados para maximizar la capacidad predictiva mediante validación cruzada cuádruple. Esta última clasifica los datos en cuatro grupos, utilizando uno de ellos en la validación y repitiendo el proceso un total de cuatro veces en las cuales el grupo de validación es distinto. La fiabilidad del modelo obtenido está basada en la media de error absoluto (MAE) y en la media del porcentaje de error absoluto (MAPE) entre la predicción de incidencia y la incidencia real, considerándose que valores de MAPE inferiores a 10% reflejan una elevada fiabilidad. La contribución relativa de cada variable meteorológica a la predicción de PCEH fue evaluada de manera separada mediante otro algoritmo.

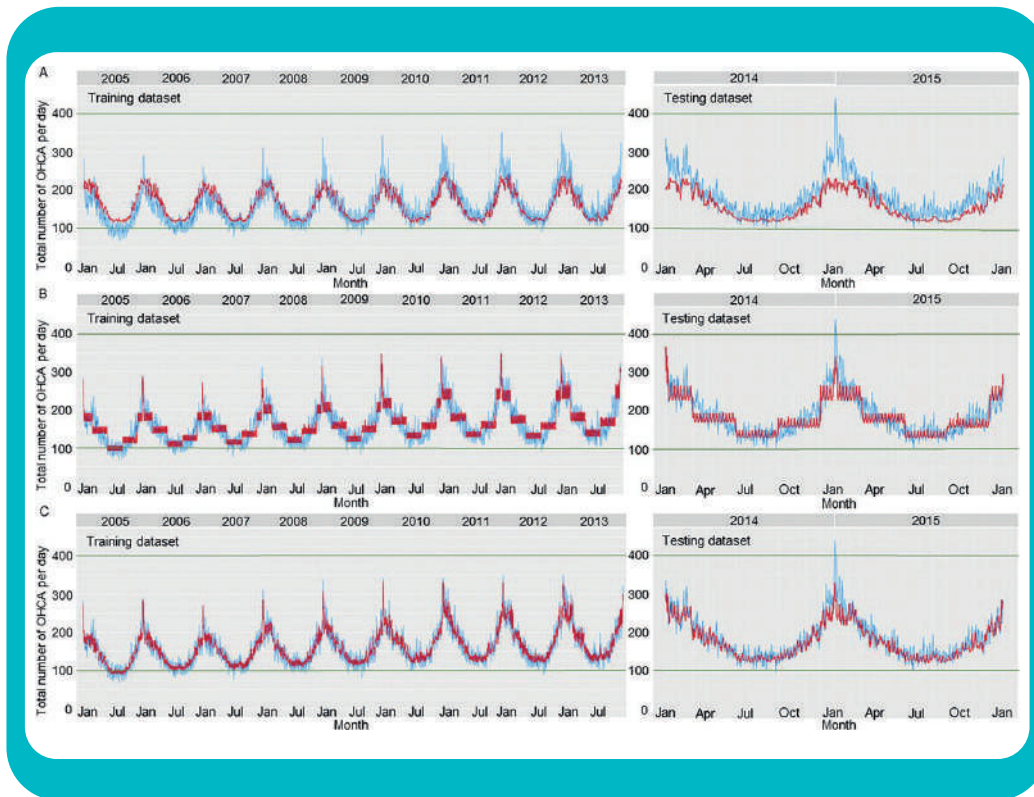
## Predicción altamente precisa

Aunque el modelo desarrollado mostró fiabilidad en la predicción de PCEH basada, o bien en datos meteorológicos, o bien en datos cronológicos, la combinación de ambos tipos de datos mejoró significativamente el poder predictivo, el cual alcanzó valores

de MAPE de 7 y 7,78% en los conjuntos de entrenamiento y testado, respectivamente. También la correlación entre los valores observados y los predichos fue mayor, con valores próximos al 88% en ambos conjuntos. La fiabilidad del modelo quedó representada en la predicción de incidencia de PCEH en la ciudad de Kobe en la semana del 28 de enero al 3 de febrero de 2018, en la que se dieron 27 casos y se predijeron 24. La predicción fue también correcta en cuatro de los nueve distritos de la ciudad. En el ámbito de las variables meteorológicas, la que mayor asociación mostró con la incidencia de PCEH fue una temperatura ambiente inferior a la media. Las diferencias mayores con la temperatura media del día anterior, así como entre las temperaturas mínima y máxima del mismo día, también mostraron ser más importantes en la predicción



Importancia de las variables meteorológicas y cronológicas en un modelo predictivo de aprendizaje automático. Esta figura muestra gráficas para variables meteorológicas (A) y cronológicas (B) en el modelo predictivo de aprendizaje automático utilizando XGBoost. Los puntos amarillos a violetas en cada fila representan valores bajos a altos del número de eventos OHCA correspondientes a esa variable meteorológica o cronológica. El eje X muestra el valor de Shapley, que indica el impacto de la variable en el modelo. Los valores SHAP positivos tienden a conducir las predicciones hacia un evento OHCA, y los valores SHAP negativos tienden a conducir la predicción hacia ningún evento OHCA. \* En el modelo, 2005 se consideró año 0. OHCA, paro cardíaco extrahospitalario; SHAP, explicaciones de los aditivos de Shapley; XGBoost, eXtreme Gradient Boosting.



**El Machine Learning (ML) surge como alternativa a los enfoques estadísticos unidimensionales convencionales**

## Se ha especulado que los cambios súbitos de temperatura en días de frío o calor extremos pueden contribuir al aumento del riesgo

que otras variables de esta categoría. En cuanto a las variables cronológicas, los días domingo y lunes, el invierno y un principio de año más reciente fueron las que mayor asociación mostraron.

### Significado e interpretación

Aunque el actual estudio presenta como principal limitación no haber tenido en cuenta la potencial variabilidad de las patologías pre-existentes en la población examinada, es el primero en demostrar que es posible predecir la incidencia diaria del PCEH con la combinación de variables cronológicas y meteorológicas. Los estudios previos que habían examinado la asociación entre accidentes cardiovasculares y variables meteorológicas sólo incluyeron la temperatura ambiente o las estaciones del año en una ciudad o región, excluyendo, por tanto, la diversidad geográfica y el clima. En contraste, los datos ahora aportados abarcan 25 grados de latitud, rango en el que el clima en Japón varía desde templado hasta subtropical. El análisis de relaciones pone de manifiesto la relevancia de la temperatura ambiente; el aumento de la diferencia de la temperatura media con respecto del día anterior, un mayor rango de temperaturas en el mismo día y una

media de temperatura del día por encima o por debajo de 25°C se asociaron a mayor incidencia de PCEH. Se ha especulado que los cambios súbitos de temperatura en días de frío o calor extremos pueden contribuir al aumento del riesgo, como consecuencia de cambios en el tono simpático o de las características reológicas de la sangre. Sin embargo, esta teoría no puede ser confirmada o refutada por el actual estudio, ya que no se conoce con detalle qué proporción de los PCEH tuvieron lugar al aire libre. No obstante, si en el futuro esta información estuviera disponible, entonces podría servir para diseñar un método de prevención que advirtiera tanto a las personas en riesgo como a los servicios sanitarios de emergencias, a través de dispositivos electrónicos. Aunque el modelo predictivo ha sido desarrollado sobre una resolución meteorológica de 30 km, podría ser también aplicado incluso a nivel de distrito en una ciudad, siendo generalizable los países desarrollados, muchos de los cuales se encuentran situados en latitudes similares a la del país del estudio. Así mismo, los métodos usados en el desarrollo de la predicción de PCEH podrían ser aplicados a otras patologías relacionadas que suponen un riesgo severo para la supervivencia. Con un cambio climático global en curso, el método de ML desarrollado puede ser muy útil en la predicción de riesgo. +

#### Fuente

Nakashima T, Ogata S, Noguchi T, Tahara Y, Onozuka D, Kato S, Yamagata Y, Kojima S, Iwami T, Sakamoto T, Nagao K, Nonogi H, Yasuda S, Iihara K, Neumar R, Nishimura K. Machine learning model for predicting out-of-hospital cardiac arrests using meteorological and chronological data. *Heart*. 2021 May 17;heartjnl-2020-318726. doi: 10.1136/heartjnl-2020-318726. Epub ahead of print. PMID: 34001636.