

Clustering no supervisado basado en machine learning para identificar perfiles clínicos de riesgo de shock cardiogénico en el síndrome coronario agudo: cohorte retrospectiva 2016–2025

Luis Enrique Martín Alfaro(1), Álvaro Jara Díaz(1), Sergi Felis Badia(1), Pablo Pastor Pueyo(1), Emilia Blanco Ponce(1), Gemma Mateus Porta(1), Tania Ramírez Martínez(1), M. Isabel Hernández Martín(1), Alba Orellana Morote(1), Esther Papiol Morales(1), Mireia Martínez(1), Casiana Simón(1), Francisco Javier Salas(1) y Juan Manuel Casanova Sandoval(1) de (1)Cardiología. Hospital Universitari Arnau de Vilanova, Lleida - España

Introducción: El shock cardiogénico en el síndrome coronario agudo se asocia a elevada morbimortalidad. Aunque los modelos multivariables permiten estimar riesgo individual, las técnicas de machine learning no supervisado pueden identificar patrones clínicos latentes o patrones de riesgo potencialmente útiles para la estratificación pronóstica. El objetivo fue aplicar un algoritmo de clustering no supervisado mediante k-means para identificar perfiles clínicos asociados a shock cardiogénico y mortalidad en una cohorte retrospectiva de pacientes con síndrome coronario agudo.

Métodos: Estudio observacional retrospectivo de pacientes ingresados por síndrome coronario agudo entre 2016 y 2025. Se realizó un análisis no supervisado mediante k-means en una cohorte de casos completos de 2.930 episodios. Las variables activas, consideradas como características binarias, fueron ocho predictores clínico-analíticos derivados del modelo multivariable con corrección de multiplicidad q-BH: edad ?60 años, IAMEST, TAS <90 mmHg, FC ?100 lpm, leucocitos ?12.000/mm³, glucemia ?180 mg/dL, creatinina ?1,5 mg/dL y hemoglobina <12 g/dL. Los desenlaces de shock cardiogénico y mortalidad no se utilizaron para construir los clusters, sino que se analizaron posteriormente como outcomes. Se evaluaron soluciones entre k=2 y k=8, seleccionándose k=6 por equilibrio entre separación interna, tamaño de los grupos e interpretabilidad clínica. La solución elegida presentó una silhouette Hamming de 0,441.

Resultados: Se identificaron seis perfiles clínicos diferenciados. Los clusters C1 y C2 correspondieron a pacientes de bajo riesgo o con baja carga de predictores, con tasas de shock cardiogénico de 0,0% y 1,7%, respectivamente. Los clusters C3 y C4 agruparon predominantemente pacientes con IAMEST sin inestabilidad hemodinámica franca, con tasas de shock de 6,8% y 10,6%. El cluster C5 mostró un perfil renal-anémico/metabólico, con una tasa de shock de 13,3% y mortalidad de 6,8%. El cluster C6 presentó un perfil inflamatorio-metabólico de alto riesgo, caracterizado por mayor carga de IAMEST, leucocitosis e hiperglucemia, y concentró la mayor incidencia de shock cardiogénico, 27,0%, así como la mayor mortalidad, 10,4%. Las diferencias globales entre clusters fueron significativas tanto para shock como para mortalidad, con p<0,001 en ambos casos.

Conclusiones: En esta cohorte retrospectiva 2016–2025 de pacientes con síndrome coronario agudo, el uso de

machine learning-based clustering mediante k-means permitió transformar predictores clínico-analíticos individuales en seis perfiles de riesgo clínico interpretables con un gradiente claro de riesgo de shock cardiogénico y mortalidad. El perfil inflamatorio-metabólico identificó un subgrupo con elevada incidencia de shock cardiogénico y mortalidad, sugiriendo que el clustering no supervisado podría complementar la estratificación pronóstica convencional.

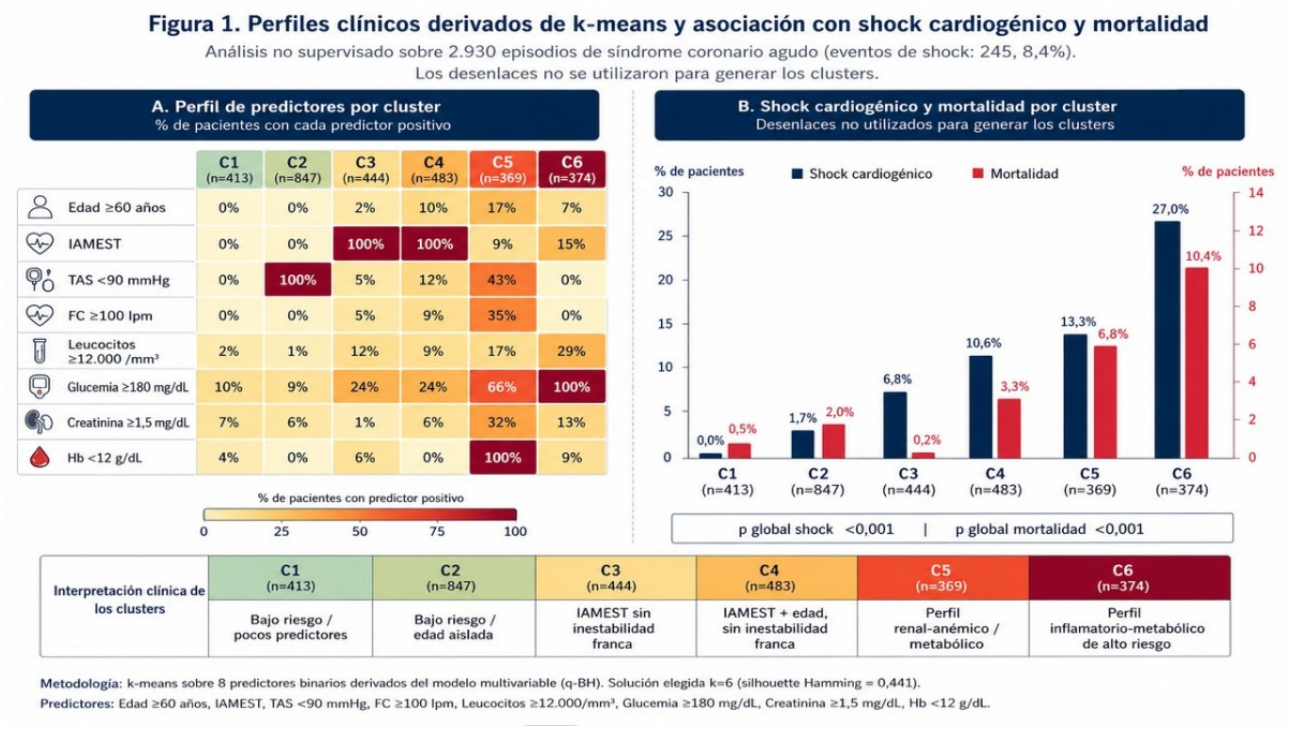


Tabla 1. Resumen de perfiles clínicos y desenlaces por cluster.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
PREDICTORES ACTIVOS						
Edad ≥60 años	Baja	Alta	Alta	Alta	Alta	Moderada
IAMEST	Baja	Alta	Alta	Alta	Moderada	Alta
FC ≥100 lpm	Baja	Baja	Baja	Alta	Baja	Alta
TAS <90 mmHg	Nula	Nula	Baja	Baja	Baja	Baja
Leucocitos ≥12.000	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Alta
Glucemia ≥180 mg/dL	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Alta
Creatinina ≥1,5	Baja	Baja	Baja	Baja	Alta	Moderada
Hemoglobina <12 g/dL	Baja	Baja	Baja	Baja	Alta	Moderada
DESENLACES						
Shock cardiogénico (%)	0,0	1,7	6,8	10,6	13,3	**27,0**
Mortalidad (%)	—	—	—	—	6,8	**10,4**
INTERPRETACIÓN						
Fenotipo	Bajo riesgo	IAMEST bajo riesgo	IAMEST adulto mayor	IAMEST + taquicardia	Cardio-renal / anémico	Inflamatorio-metabólico ↑↑

Tabla 1. Perfiles clínicos y desenlaces hospitalarios según cluster K-means en 2.930 pacientes con SCA. Para cada cluster se indica la carga relativa de los ocho predictores binarios (Nula/Baja/Moderada/Alta) y las tasas de shock cardiogénico y mortalidad intrahospitalaria. Las diferencias globales entre clusters fueron significativas para ambos desenlaces (p<0,001). C6: fenotipo inflamatorio-metabólico de alto riesgo. FC: frecuencia cardíaca; TAS: tensión arterial sistólica; IAMEST: infarto con elevación del segmento ST.