



Modelo predictivo de riesgo de complicaciones cardiacas en pacientes con infarto agudo de miocardio

Predictive model for the risk of complications in patients with acute myocardial infarction

Yoandro Rosabal García^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-1261-5494>

Níger Guzmán Pérez² <https://orcid.org/0000-0002-0383-8824>

Eddy Rosales Guibert² <https://orcid.org/0000-0002-2902-5936>

¹Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba. Centro de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Hospital Provincial “Saturnino Lora”. Santiago de Cuba, Cuba.

²Universidad de Ciencias Médicas de las FAR. Hospital Militar “Dr. Joaquín Castillo Duany”. Santiago de Cuba, Cuba.

*Autor para la correspondencia. Correo electrónico: yoandrorg@gmail.com

RESUMEN

Introducción: Las enfermedades cardiovasculares son uno de los problemas médico-sanitarios más importante de la medicina contemporánea; constituyen la primera causa de muerte en todo el mundo y dentro de ellas, la cardiopatía isquémica provoca el mayor número de fallecidos y años de vida perdidos. En gran medida se asocian a las complicaciones cardiacas en la fase aguda del evento coronario.

Objetivo: Diseñar un modelo predictivo clínico- ecocardiográfico de complicaciones cardiacas en pacientes con infarto agudo de miocardio.

Métodos: Investigación retrospectiva de casos y controles, realizada en el Centro de Cirugía Cardiovascular y Cardiología Santiago de Cuba, durante el periodo del año 2019 al 2021. Se analizaron variables clínicas y ecocardiográficas. Se realizó un análisis multivariado y parámetros de validación del modelo.

<http://scielo.sld.cu>

<https://revmedmilitar.sld.cu>



Resultados: Se asociaron con las complicaciones cardiacas, la edad ≥ 65 años (*odd ratio*-OR= 12,28; CI95 %: 8,16-18,49; p= 0,001), ausencia de terapéutica trombolítica (OR= 1,63; CI95 %: 1,18-2,26; p= 0,001), la función sistólica del ventrículo izquierdo (OR= 1,76; CI95 %: 1,23-2,52; p= 0,001). El área bajo la curva (AUC) tuvo un rango de 0,875-0,926. El ajuste del modelo están el R^2 de Nagelkerke, cuyo valor de 0,65 explica alrededor del 66 % de las complicaciones cardiacas; el estadígrafo correspondiente de la prueba de Hosmer-Lemeshow, tuvo un valor de 0,760.

Conclusiones: El modelo predictivo diseñado a partir de elementos clínicos y ecocardiográficos presentó buen ajuste y poder discriminante, sobre todo valor predictivo positivo.

Palabras clave: complicaciones; ecocardiografía; infarto de miocardio.

ABSTRACT

Introduction: Cardiovascular diseases are one of the most important medical-health problems in contemporary medicine; they are the leading cause of death worldwide and among them, ischemic heart disease causes the highest number of deaths and years of life lost. They are largely associated with cardiac complications in the acute phase of the coronary event.

Objective: To design a clinical-echocardiographic predictive model of cardiac complications in patients with acute myocardial infarction.

Methods: Retrospective case-control research, carried out at the Santiago de Cuba Cardiovascular Surgery and Cardiology Center, during the period from 2019 to 2021. Clinical and echocardiographic variables were analyzed. A multivariate analysis and model validation parameters were performed.

Results: Cardiac complications were associated with age ≥ 65 years (*odd ratio*-OR= 12.28; 95% CI: 8.16-18.49; p= 0.001), absence of thrombolytic therapy (OR= 1.63; 95% CI: 1.18-2.26; p= 0.001), and left ventricular systolic function (OR= 1.76; 95% CI: 1.23-2.52; p= 0.001). The area under the curve (AUC) ranged from 0.875 to 0.926. The model fit was Nagelkerke's R^2 , whose value of 0.65 explains about 66% of cardiac complications; the corresponding statistic of the Hosmer-Lemeshow test had a value of 0.760.

Conclusions: The predictive model designed from clinical and echocardiographic elements presented good fit and discriminatory power, especially positive predictive value.



Keywords: complications; echocardiography; myocardial infarction.

Recibido: 08/07/2024

Aprobado: 08/03/2025

INTRODUCCIÓN

La enfermedad isquémica cardiaca representa la principal causa de mortalidad en el mundo, con cifras cercanas al 32 % del total de decesos.⁽¹⁾ En EE. UU. las cifras han disminuido en los últimos años, aunque no ha dejado de tener un fuerte impacto social y económico.⁽²⁾

En regiones de las Américas, como Brasil, se reporta que la isquemia miocárdica aguda representó el 12 % de todas las muertes, con una mortalidad hospitalaria del 12,9 % en 2019.⁽³⁾ En Cuba, las enfermedades isquémicas del corazón son la primera causa de muerte, específicamente infarto agudo de miocardio (IAM) con 42,0 %. A pesar de los avances en el tratamiento, desde el año 2015 fallecen en Cuba más de 7000 personas por esta afección. Al finalizar el año 2020 habían fallecido 7804 pacientes con IAM, lo que representa el 6,94 % del total de fallecidos en el país. En la provincia de Santiago de Cuba esta tendencia es similar y el análisis de su situación de salud revela la magnitud del problema; en el año 2020 se presentaron 2700 defunciones por IAM.⁽⁴⁾

Un metaanálisis señala la presencia de complicaciones en el IAM, entre un 6-7 %;⁽⁵⁾ algunos investigadores afirman que es un 30 %, ⁽⁶⁾ por lo que la búsqueda de modelos predictivos eficaces representa un reto permanente para el personal sanitario.

Existen múltiples escalas predictivas utilizadas en pacientes con IAM basadas en su mayoría, en biomarcadores cardiacos humorales y la terapia intervencionista aplicada; obtenidas de poblaciones muy selectas, de ensayos clínicos, elaboradas y validadas en países de altos ingresos.⁽⁷⁾ Por tanto, el problema es la escasa evidencia de modelos predictivos de complicaciones cardiacas en el IAM, la necesidad de estimar el riesgo de complicaciones cardiacas, con fines preventivos y mejor estratificación del paciente con un evento coronario agudo.

<http://scielo.sld.cu>

<https://revmedmilitar.sld.cu>



El objetivo de la investigación fue diseñar un modelo predictivo clínico-ecocardiográfico de complicaciones cardíacas en pacientes con IAM.

MÉTODOS

Diseño y sujetos

Se realizó un estudio de casos y controles, en el Centro de Cirugía Cardiovascular y Cardiología de Santiago de Cuba, durante el periodo comprendido entre los años 2019 y 2021.

Criterios de inclusión:

- Pacientes con edad ≥ 18 años.
- IAM, con elevación del segmento ST del ECG.
- Periodo de inicio de los síntomas de isquemia miocárdica aguda ≤ 24 horas y periodo de estadía hospitalaria ≥ 24 horas.

Criterios de exclusión:

- Presencia de bloqueo de rama izquierda de nueva aparición.
- Síntomas de isquemia y presencia de marcapasos permanentes.
- Quienes no tuvieran en su historia clínica todos los datos de las variables del estudio.
- Con reingreso por igual diagnóstico ≤ 30 días.
- Cirugía cardíaca o no cardíaca en las últimas 24 horas previas al diagnóstico del IAM.
- Con IAM relacionado con procedimientos de intervencionismo coronario.

Se utilizaron los criterios de la cuarta definición universal de diagnóstico de IAM;⁽⁸⁾ incluyendo biomarcadores cardíacos (troponinas o en su defecto creatinfosfoquinasa, fracción MB).

Se definieron como complicaciones cardíacas, las referidas por *Baquero* y otros,⁽⁹⁾ agrupadas en:



- Derivadas de la disfunción ventricular: insuficiencia cardíaca, *shock* cardiogénico, infarto de ventrículo derecho.
- Mecánicas: insuficiencia mitral aguda, rotura de septo interventricular, rotura de la pared libre del ventrículo izquierdo.
- Eléctricas: arritmias ventriculares, fibrilación auricular, bradiarritmias-trastornos de conducción.

Definición de casos: pacientes con diagnóstico de IAM y presencia de al menos una de las complicaciones cardíacas.

Definición de controles: pacientes con diagnóstico de IAM, sin complicaciones cardíacas.

De un total de 1303 pacientes que cumplieron con los criterios anteriores, se calculó el tamaño muestral, según la fórmula de *Soto* y otros.⁽¹⁰⁾

$$Nc = \frac{(p1xq1 + p2xq2)x(Za + Z\beta)^2}{(p1 - p2)^2}$$

Donde: Nc= número de casos y número de controles sin ajuste.

p1= proporción esperada entre los casos (0,30).⁽⁶⁾

q1= 1-p1

p2= proporción esperada entre los controles (0,20).

q2= 1-p2

Za= 1,96 y Z β = 0,84

Los valores fueron obtenidos de la distribución normal estándar, en función de una seguridad de 95 % y poder estadístico del 80 %. Se consideró un *odds ratio* (OR)= 1,5 y la existencia de una relación desigual entre casos y controles, es decir, diferente de 1. Se realizó un ajuste para el tamaño de muestra:

$$n_a = \frac{nc.(1+c)}{2c}$$



Donde:

n_a = número de controles ajustado.

n_c = número de controles sin ajuste.

c = cociente de dividir los controles entre los casos.

Se definió el grupo de casos en $n = 200$ y los controles en $n = 600$ (relación 1:3).

Variables

Dependiente: presencia de complicación (una o más complicaciones mecánicas, hemodinámicas y eléctricas). Dicotomizada en presente=1 o ausente=0.

Independientes:

- Edad ≥ 65 años (1); menor de 65 años (0).
- Sexo (masculino o femenino).
- Tensión arterial sistólica al ingreso (TAS) ≥ 90 mm Hg (0) o < 90 mm Hg (1).
- Tensión arterial diastólica al ingreso (TAD) ≥ 60 mm Hg (0) o < 60 mm Hg (1).
- Diagnóstico clínico-electrocardiográfico: IAM topografía inferior o IAM topografía anterior.
- Terapéutica trombolítica con estreptoquinasa recombinante: ausencia (1) o presencia (0).
- Fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) \leq de 40 % (valor patológico= 1) o > 40 % (valor permisible= 0).
- Presión de aurícula izquierda (PAI) \geq de 15 mmHg (valor patológico= 1) o < 15 mmHg (valor normal= 0).
- Función sistólica ventrículo derecho dada por Doppler tisular de ventrículo derecho (TDI VD): TDI VD $> 9,5$ cm/s (0); TDI VD $\leq 9,5$ cm/s (valor patológico= 1).
- TDI de anillo mitral \leq de 6,5 cm/s (1) o $> 6,5$ cm/s (0).
- Volumen de aurícula izquierda (volumen AI) < 34 mL/sc² valor normal = (0) o ≥ 34 mL/sc² (valor patológico= 1).
- Índice de motilidad parietal (IMP) $< 1,5$ (valor adecuado= 0) o $\geq 1,5$ (valor patológico= 1).



- Datos ecocardiográficos: Según examen ecocardiográfico transtorácico en las primeras 24- 48 horas de ingreso hospitalario, acorde con las recomendaciones *American Society of Echocardiography*.⁽¹¹⁾

Procesamiento

Para determinar las diferencias entre los grupos según variables cualitativas, se utilizó el test de *ji* cuadrado de homogeneidad.

Se consideró como factor predictivo de complicaciones cardíacas si $OR > 1$ y $p < 0,05$; como factor protector si $OR < 1$ y $p < 0,05$. Si $OR > 1$, pero $p < 0,25$ se consideró a la variable con débil asociación a la variable dependiente, además se tuvo en cuenta los intervalos de confianza con 95 %.

Se realizó regresión logística por el método Wald; se analizaron las probabilidades de las variables predictoras y la variable dependiente, mediante la fórmula de regresión binaria: $\pi = 1/(1+e^{-z})$.

Para evaluar colinealidad se consideró la matriz de correlación entre las variables que componen el modelo, la inflación del factor de varianza (valores mayores de 10 sugiere colinealidad); la tolerancia (valores por debajo de 0,1 concluyeron colinealidad), el índice de condición para determinar autovalor próximo a cero (valor entre 5 y 10 indicó que las variables estaban asociadas con una colinealidad débil, mientras que por encima de 30 indicaron fuerte colinealidad).⁽¹²⁾

Para precisar si el modelo era explicado por las variables analizadas se utilizaron los estadígrafos R^2 de Cox y Snell, y de Nagelkerke.

Para valorar el rendimiento del modelo se analizó su discriminación mediante el área bajo la curva (AUC) y su calibración mediante la prueba de Hosmer-Lemeshow. Se analizó la consistencia interna mediante el coeficiente alfa (α) de Cronbach, teniendo como valores adecuados $\geq 0,7$, la correlación de Pearson para determinar colinealidad.

Aspectos éticos

La investigación fue aprobada por el consejo científico según Acta No. 63/22 del Centro de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Los autores declaran su compromiso de confidencialidad y protección de la información.



RESULTADOS

En la tabla 1 se observan las variables que se asociaron con las complicaciones cardíacas: la edad ≥ 65 años, la no aplicación de la terapéutica trombolítica, la FEVI $\leq 40\%$, la función del ventrículo derecho (TDI VD $\leq 9,5$ cm/s), la PAI ≥ 15 mmHg y la IMP $\geq 1,5$ puntos.

La colinealidad entre variables evidenció asociación, con una colinealidad débil, con inflación del factor de varianza < 10 y tolerancia $> 0,1$. Aunque variables como tensión arterial sistólica y diastólica presentaron fuerte correlación de Pearson 0,858.

Tabla 1 - Características de las variables clínico-ecocardiográficas

| Variables | Casos | | Controles | | OR (LI-LS) | X ² |
|----------------------------|-------|-----|-----------|-------|--------------------|----------------|
| | n | % | n | % | | |
| Edad ≥ 65 años | 112 | 56% | 56 | 9,3% | 12,28 (8,16-18,49) | 0,001 |
| Sexo femenino | 119 | 60% | 229 | 38,2% | 2,38 (1,71-3,30) | 0,001 |
| Antecedentes de DM | 101 | 51% | 47 | 7,8% | 12,0 (7,99-18,03) | 0,001 |
| Antecedentes de CI | 75 | 38% | 247 | 41,2% | 0,85 (0,61-1,19) | 0,350 |
| TAS < 90 mmHg | 69 | 35% | 93 | 15,5% | 2,39 (1,64-3,47) | 0,001 |
| TAD < 60 mmHg | 83 | 42% | 134 | 22,3% | 2,08 (1,47-2,94) | 0,001 |
| Fca > 120 minutos | 75 | 38% | 241 | 40,2% | 1,11 (0,84-1,55) | 0,501 |
| No terapia trombolítica | 112 | 56% | 236 | 39,3% | 1,63 (1,18-2,26) | 0,001 |
| FEVI $\leq 40\%$ | 63 | 32% | 124 | 20,7% | 1,76 (1,23-2,52) | 0,001 |
| PMAP > 25 mmHg | 128 | 64% | 379 | 63,2% | 1,03 (0,74-1,44) | 0,83 |
| TDI VD $\leq 9,5$ cm/ s | 163 | 82% | 311 | 51,8% | 2,78 (2,0-3,87) | 0,001 |
| volumen AI > 34 ml | 152 | 76% | 228 | 38,0% | 4,52 (3,17-6,45) | 0,001 |
| TDI anillo S $< 6,5$ cm/ s | 148 | 74% | 272 | 45,3% | 3,26 (2,29-4,62) | 0,001 |
| PAI ≥ 15 mmHg | 170 | 85% | 403 | 67,2% | 4,09 (2,76-6,05) | 0,001 |
| IMP $\geq 1,5$ puntos | 128 | 64% | 379 | 63,2% | 3,13 (1,68-5,83) | 0,001 |

Ji cuadrado= $p \leq 0,05$); OR: *odds Ratio*; LI: límite inferior; LS: límite superior. TAS: tensión arterial sistólica, TAD: tensión arterial diastólica. Fca: frecuencia cardíaca FEVI: función sistólica ventrículo izquierdo; TDI VD: Doppler tisular de ventrículo derecho. PMAP: presión media de arteria pulmonar. PAI: presión aurícula izquierda. IMP: índice de motilidad parietal.

El modelo explicó el 87,5 % en la aparición de complicaciones cardíacas en pacientes con IAM. Los factores predictivos de mayor relevancia, obtenidos del modelo de regresión logística, fueron: edad ≥ 65



años ($\beta= 1,416$); TAS ≤ 90 mmHg ($\beta= 0,941$); TDI VD $< 9,5$ cm/s; ($\beta= 1,511$); FEVI ≤ 40 % ($\beta= 0,437$); volumen de AI ($\beta=1,58$), PAI ≥ 15 mmHg ($\beta=1,28$) y la ausencia de terapia trombolítica ($\beta= 0,760$); IMP ($\beta= 0,839$). Estas variables son las que influyeron sobre las complicaciones de IAM, con una confianza del 95 %, según se muestra en la tabla 2.

Tabla 2 - Predictores incluidos en el modelo

| Variables predictoras | B | Sig. | Exp (B) | I.C. 95 % para EXP (B) | |
|---------------------------------------|--------|-------|---------|------------------------|----------|
| | | | | Inferior | Superior |
| Edad ≥ 65 años | 1,416 | 0,005 | 4,121 | 1,544 | 11,004 |
| Presencia de DM | 1,601 | 0,002 | 4,960 | 1,836 | 13,402 |
| TAS ≤ 90 mmHg | 0,941 | 0,030 | 2,563 | 1,098 | 5,984 |
| FEVI ≤ 40 % | 0,437 | 0,100 | 1,549 | 0,920 | 2,609 |
| PAI ≥ 15 mmHg | 1,289 | 0,001 | 3,628 | 2,174 | 6,054 |
| volumen AI > 34 ml/ sc ² | 1,584 | 0,001 | 4,873 | 3,003 | 7,906 |
| IMP $\geq 1,5$ puntos | 1,478 | 0,001 | 4,385 | 2,007 | 9,583 |
| TDI VD $\leq 9,5$ cm/ s | 1,511 | 0,001 | 4,531 | 2,810 | 7,306 |
| No terapia trombolítica | 0,706 | 0,003 | 2,026 | 1,280 | 3,207 |
| TDI anillo S $< 6,5$ cm/ s | -0,986 | 0,001 | 0,373 | 0,234 | 0,595 |

TDI VD: Doppler tisular; VD: ventrículo derecho; PAI: presión aurícula izquierda, IWS: índice de motilidad parietal. DM: diabetes mellitus. TAS: tensión arterial sistólica Sig.=nivel de significación estadística. Exp (β)= exponencial beta,

IC=intervalo de confianza.

Al analizar el AUC a partir de la sensibilidad y especificidad, se comprobó que tuvo un rango de 0,875-0,926; de una probabilidad asociada de $p \leq 0,001$, lo cual indica que es buena su discriminación y se corroborada en la curva que se describe en la figura 1.

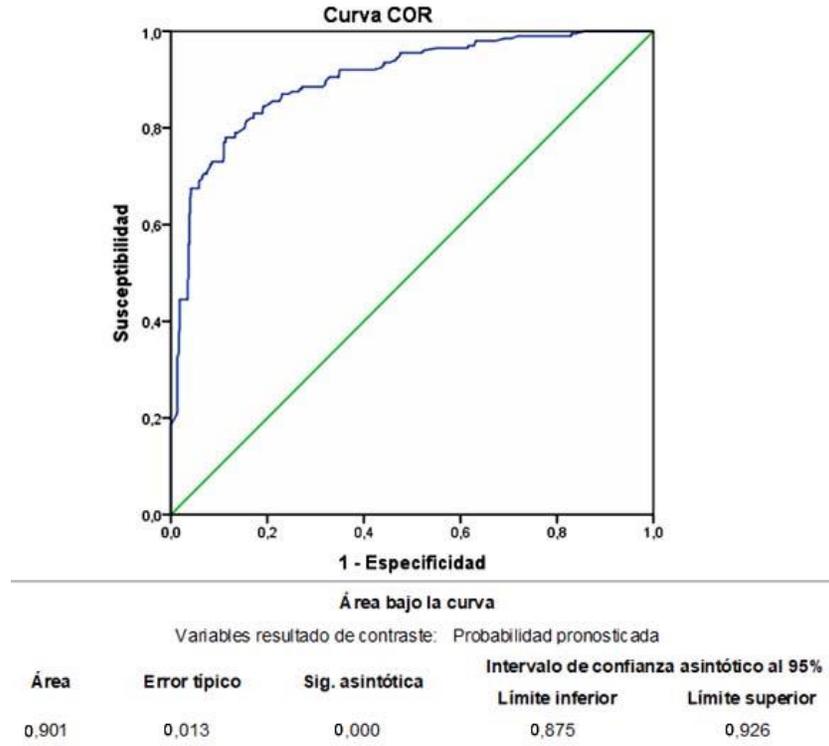


Fig. 1 - AUC del modelo predictivo de complicaciones cardiacas.

Entre los criterios que se determinaron para evaluar el ajuste del modelo, está el R^2 de Nagelkerke = 0,659, resultado que implica que aproximadamente el 66 % de la variabilidad de los datos se contempla por el modelo. Las variables seleccionadas pueden predecir las complicaciones, al obtener las pruebas ómnibus de coeficientes de modelo, valores de $p \leq 0,05$. La prueba de Hosmer-Lemeshow, mostró $p = 0,760$ (tabla 3).



Tabla 3 - Indicadores para evaluar la capacidad predictiva del modelo

| Hosmer y Lemenshow | <i>Ji</i> cuadrado | Gl | Sig. |
|---|----------------------------|---------------------------|-------|
| | | 144,228 | 8 |
| R cuadrado de Nagelkerke | -2 log de la verosimilitud | R ² Nagelkerke | |
| | 520,753 | | 0,659 |
| Valores predictivos del modelo (valores en %) | | | |
| Sensibilidad | | 89,68 | |
| Especificidad | | 79,41 | |
| Índice de validez | | 87,50 | |
| Valor predictivo positivo | | 94,17 | |
| Valor predictivo negativo | | 67,50 | |
| Índice Youden | | 0,69 | |
| Razón de verosimilitud + | | 4,36 | |
| Razón de verosimilitud - | | 0,13 | |

En la tabla 4 se observa el valor de alfa de Cronbach = 0,722 y la relación entre las variables que conforman la escala y su relación con el alfa de Cronbach. La edad ≥ 65 años, FEVI ≤ 40 % y volumen de aurícula izquierda ≥ 34 mL/sc² son las variables con mayor puntaje, ya que al ser eliminadas son las que causan en mayor descenso en el alfa global.



Tabla 4 - Resultados de la consistencia interna

| Alfa de Cronbach | Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados | Número de elementos |
|--|---|--|
| 0,722 | 0,653 | 10 |
| - | Correlación múltiple | Alfa de Cronbach si el elemento se suprime |
| Edad \geq 65 años | 0,342 | 0,652 |
| Presencia de DM | 0,332 | 0,527 |
| TAS \leq 90 mmHg | 0,816 | 0,227 |
| No terapia trombolítica | 0,056 | 0,525 |
| FEVI \leq 40 % | 0,092 | 0,626 |
| TDI VD \leq 9,5 cm/ s | 0,112 | 0,525 |
| PAI \geq 15 mmHg | 0,036 | 0,535 |
| Volumen AI \geq 34 ml/ sc ² | 0,126 | 0,685 |
| TDI anillo S $<$ 6,5 cm/ s | 0,060 | 0,529 |
| IMP \geq 1,5 puntos | 0,089 | 0,526 |
| Consistencia interna | | |
| Media | Varianza | DE |
| 464,373 | 5178,891 | 71,9645 |

DISCUSIÓN

En la literatura científica se reportan numerosos factores de riesgo, asociados a la morbimortalidad del IAM y empleados ampliamente en desarrollo de algoritmos predictivos, tales como la edad avanzada, el sexo femenino y la terapéutica trombolítica; así lo refieren Santos M y otros,⁽¹³⁾ Ferreira da Silva y otros.⁽¹⁴⁾ Giralt y otros⁽¹⁵⁾ y Villarroel y otros⁽¹⁶⁾ afirman que la edad y el sexo influyen en la aparición de complicaciones cardiacas.

En cuanto a los parámetros ecocardiográficos, Santos M y otros⁽¹⁷⁾ alegan que aquellos con FEVI $<$ 30 %, comparados con quienes presentaban FEVI \geq 30 % tienen mayor riesgo de muerte súbita o parada cardiaca resucitada (OR= 3,30; p= 0,005); algo similar reportan Ye Q y otros.⁽¹⁸⁾



En cuanto a la terapéutica trombolítica, en estudios previos, investigadores reflejan que algunas escalas, como *GRACE* y *TIMI score*⁽¹⁹⁾ están diseñadas para pacientes candidatos a trombolisis, no como variable de estudio; elemento que sí tiene en cuenta el modelo predictivo del presente estudio.

El modelo predictivo conformado (tabla 2), coincide de manera parcial con otros modelos, como el derivado del registro portugués de síndromes coronarios agudos, denominado *ProACS*,^(20,21) y el *Simple Risk Index (SRI)*.⁽²²⁾ Son sistemas de puntuación simples, con bajo número de variables clínicas, que demuestran buena capacidad predictiva en pacientes con IAM. Tienen diferencias con el modelo predictivo que originó el *Global Registry of Acute Coronary Events (GRACE)*;⁽²³⁾ este presenta una alta precisión predictiva, pero incluye múltiples variables de complejidad significativa, tales como biomarcadores específicos y patrones humorales.

El AUC de 0,901 garantiza que el modelo tenga capacidad discriminatoria adecuada. El modelo predictivo que originó la escala *RECUIMA*⁽²⁴⁾ evidencia un AUC de 0,932; parcialmente relacionado con la presente investigación, ya que se utilizó una población con similares características. De manera similar, el *ACTION-GWTG score*,⁽²⁵⁾ en la cohorte de derivación del año 2011, obtuvo un AUC de 0,85; cuando se volvió a redefinir esta escala, en el 2016, presentó un AUC de 0,88; cifras menores al presente modelo predictivo. A juicio de los investigadores pudiera estar relacionado con la población en que se desarrollaron ambos estudios.

Rodríguez A y otros⁽²⁷⁾ en una investigación afirman que el modelo predictivo que originó la escala *GRACE* mostró un AUC de 0,83, con similitud parcial a la actual investigación. Otro estudio relacionó el valor del índice leuco-glucémico, con la aparición de complicaciones intrahospitalarias; se obtuvo un área bajo la curva de 0,609 (95% IC: 0,576-0,642; $p < 0,001$);⁽²⁸⁾ valores más bajos que los de la presente investigación. Un estudio realizado por *Santos M* y otros⁽²⁹⁾ muestra resultados adecuados en la calibración de un modelo predictivo. Según la prueba de Hosmer-Lemeshow ($p = 0,483$), valor del R^2 Nagelkerke en 0,522; el porcentaje global clasificado por el modelo fue de 94,0 %. Al compararlo con los resultados del actual modelo predictivo, son similares.^(28,29)

En la prueba de Hosmer-Lemeshow (tabla 3), con el ajuste y calibración del modelo, se obtuvo un valor de 0,76; los valores predictivos presentan una sensibilidad y especificidad adecuada, así como el valor predictivo positivo. El modelo pronostica quienes van a presentar complicaciones en el contexto del



IAM. *Burgos M* y otros,⁽³⁰⁾ *Restrepo M* y otros,⁽³¹⁾ tuvieron resultados similares a los del presente estudio.

En este tipo de modelo predictivo se pretende que el test sea lo más sensible posible. El resultado de la razón de verosimilitud positiva del modelo, indica que hay 4,36 veces más probabilidad de que el paciente clasificado como de alto riesgo, presente complicaciones cardiacas, que los clasificados como de bajo riesgo. La razón de verosimilitud negativa en 0,13, cuando clasifica a un paciente de bajo riesgo, señala que no va a presentar complicaciones cardiacas. Esto lo reflejan de igual manera, los resultados *Gómez C* y otros⁽³²⁾ y *Silva A* y otros.⁽³³⁾

Según los resultados de *Díaz Narváez VP*,⁽³⁴⁾ la R^2 de *Nagelkerke* muestra que los coeficientes de las variables del modelo son significativos y distintos de cero, además, representa el por ciento de relación con la variable respuesta; por otra parte, *Domínguez L* y otros⁽³⁵⁾ plantean que valores altos de R^2 afirman la calidad del modelo.

En el presente estudio la confiabilidad interna del modelo predictivo mostró valores de alfa de Cronbach 0,722, lo cual tiene similitud con lo reportado por autores como *López-Fernández* y otros.⁽³⁶⁾

El estudio tiene como principales limitaciones el uso de una muestra pequeña, para el diseño de casos y controles utilizado.

Se concluye que el modelo predictivo diseñado a partir de elementos clínicos y ecocardiográficos: presentó buen ajuste y poder discriminante, sobre todo valor predictivo positivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Saglietto A, Manfredi R, Elia E, D'Ascenzo F, DE Ferrari GM, Biondi Zoccai G, et al. Cardiovascular disease burden: Italian and global perspectives. *Minerva Cardiologia Angiología* [Internet]. 2021 [acceso: 06/10/2023]; 69(3):231-40. Disponible en: <https://europepmc.org/article/MED/33703858>
2. Tsao CW, Aday AW, Almarzooq ZI, Alonso A, Beaton AZ, Bittencourt MS, et al. Heart disease and stroke statistics—2022 update: A report from the American Heart Association. *Circulation*.2022; 145(8):e153–e639 : DOI 10.1161/cir.0000000000001052



3. Oliveira GMM de, Brant LCC, Polanczyk CA, Malta DC, Biolo A, Nascimento BR, et al. Estadísticas Cardiovasculares – Brasil 2021 Aquivos Brasil Cardiologia. 2022; 18(1):115-373. DOI: 10.36660/abc.20211012
4. Ministerio de Salud Pública. Anuario Estadístico de Salud 2021 [Internet]. La Habana: Dirección de Registros Médicos y Estadísticas de Salud; 2022. [acceso: 06/05/2023]. Disponible en: <https://files.sld.cu/dne/files/2022/10/Anuario-Estad%C3%Adstico-de-Salud-2021.-Ed-2022.pdf>
5. Bono LA, Puente LJ, Szarfer J, Estrella LM, Dopppe EM, Napoli Llobera ME, et al. Complicaciones intrahospitalarias del infarto agudo de miocardio. Incidencia y momento de aparición [Internet]. 2021 [acceso: 26/09/2023]; 81(6):978-85. Disponible en: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0025-76802021000800978&script=sci_arttext
6. Benavides-Moreno E, Hernández-Veliz D, Aguiar-Pérez J. Complicaciones eléctricas en pacientes con infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST. Revista Cubana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular [Internet]. 2022 [acceso: 21/10/2023]; 28(3): e1361. Disponible en: <http://www.revcardiologia.sld.cu/index.php/revcardiologia/article/view/1361>
7. Chandrashekar Y, Alexander T, Mullasari A, Kumbhani DJ, Alam S, Alexanderson E, et al. Resource and infrastructure appropriate management of ST segment elevation myocardial infarction in low and middle-income countries. Circulation. 2020; 141(5): 2004-25. DOI.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.119.041297
8. Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, Chaitman BR, Bax JJ, Morrow DA, et al. Fourth Universal Definition of Myocardial Infarction [Internet]. Journal of the American College of Cardiology. 2018 [acceso: 30/10/2023]; 72(18):2231–64. Disponible en: <http://www.onlinejacc.org/content/72/18/2231>
9. Baquero Alonso M, Sabatel Pérez F, Rodríguez Padial L. Complicaciones del infarto de miocardio [Internet]. 2017 [acceso: 19/09/2023];12(37):2224–31. Disponible en: <https://www.medicineonline.es/es-complicaciones-del-infarto-miocardio-articulo-S0304541217301737>
10. Soto A, Cvetkovic A. Estudios de casos y controles [Internet]. Rev Fac Med Hum. 2020; 20(1): 138-43. DOI: 10.25176/rfmh.v20i1.2555
11. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afzalpoor J, Armstrong A, Ernande L, et al. Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American



Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging [Internet]. J American Society Echocardiografic. 2015; 28(1):1-39. DOI: 10.1016/j.echo.2014.10.003

12. Sagaró del Campo NM, Zamora Matamoros L. Análisis estadístico implicativo versus regresión logística binaria para el estudio de la causalidad en salud [Internet]. Multimed. 2019 [acceso: 14/10/2023]; 23(6):1416-40. Disponible en:

<http://www.revmultimed.sld.cu/index.php/mtm/article/view/1435>

13. Santos Medina M, Góngora Cortés D, Parra Siscar J, Rabert Fernández A. Factores predictivos de mortalidad hospitalaria en el infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST [Internet]. CorSalud. 2018 [acceso: 06/09/2023]; 10(3): 202-10. Disponible en:

<http://www.revcorsalud.sld.cu/index.php/cors/article/view/355>

14. Ferreira da Silva CF, Nogueira Dias Secco Malagutte KN, Franco Nogueira B, Moreira Reis F, da Silva Antico Rodrigues C, Andreza Antonelli Rossi A, et al. Clinical and echocardiographic predictors of left ventricular remodeling following anterior acute myocardial infarction [Internet]. Clinics. 2021;76:e2732. DOI: 10.6061/clinics/2021/e2732

15. Giralt-Herrera A, Rojas-Velázquez JM, de la Torre Fonseca LM, Machín-Legón M. Factores predictivos de complicaciones intrahospitalarias en el Síndrome Coronario Agudo sin elevación del segmento ST [Internet]. Rev Habanera Ciencias Médicas. 2019 [acceso: 27/09/2023]; 18(6):886-97. Disponible en: <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/2710>

16. Villarroel-Ábrego H, Villarroel-Martínez M, Trejos-Montoya J. Influencia de factores de riesgo en la predicción de un evento cardiovascular adverso en población adulta de prevención primaria en El Salvador [Internet]. Rev. Costa Rica. Cardio. 2021 [acceso: 03/07/2024]; 23(2): 5-9. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-41422021000200005&lng=en

17. Santos Medina M, Gutiérrez Martínez AA, Obregón Santos AG, Rodríguez Ramos M, Piriz Assa A, Toledo Pérez L. Estratificación de riesgo en pacientes con infarto agudo de miocardio mediante el uso de varias escalas [Internet]. CorSalud. 2021 [acceso: 12/10/2023]; 13(3): [aprox. 10 p.]. Disponible en: <http://www.revcorsalud.sld.cu/index.php/cors/article/view/816/1366>

18. Ye Q, Zhang J, Ma L. Predictors of all-cause 1-year mortality in myocardial infarction patients [Internet]. Medicine (Baltimore). 2020; 99(29):e21288. DOI: 10.1097/MD.00000000000021288

<http://scielo.sld.cu>

<https://revmedmilitar.sld.cu>



19. Ke J, Chen Y, Wang X, Wu Z, Chen F. Indirect comparison of TIMI, HEART and GRACE for predicting major cardiovascular events in patients admitted to the emergency department with acute chest pain: a systematic review and meta-analysis [Internet]. *BMJ Open* 2021;11(8):e048356. DOI: 10.1136/bmjopen-2020-048356
20. Timóteo AT, Aguiar Rosa S, Afonso Nogueira M, Belo A, Cruz Ferreira R. ProACS risk score: An early and simple score for risk stratification of patients with acute coronary syndrome [Internet]. *Rev Port Cardiol.* 2017; 36(2):77-83. DOI: 10.1016/j.repc.2016.05.010
21. Timóteo AT, Aguiar Rosa S, Nogueira MA, Belo A, Cruz Ferreira R. External validation of the ProACS score for risk stratification of patients with acute coronary syndrome [Internet]. *Rev Port Cardiol.* 2016; 35(6):323-8. DOI: 10.1016/j.repc.2015.11.022
22. Morrow DA, Antman EM, Giugliano RP, Cairns R, Charlesworth A, Murphy SA, et al. A simple risk index for rapid initial triage of patients with ST-elevation myocardial infarction: an In TIME II sub study [Internet]. *Lancet.* 2001; 358(9293):1571-5. DOI: 10.1016/S0140-6736(01)06649-1
23. Granger CB, Goldberg RJ, Dabbous O, Pieper KS, Eagle KA, Cannon CP, et al. Predictors of hospital mortality in the global registry of acute coronary event [Internet]. *Arch Intern Med.* 2003; 163(19):2345-53. DOI: 10.1001/archinte.163.19.2345
24. Santos Medina M, Obregón Santos ÁG, Piriz Assa AR, Rodríguez Ramos MA, Martínez García G, Vázquez Argote KR, et al. Modelo predictivo de mortalidad hospitalaria por infarto de miocardio en una cohorte de un registro multicéntrico [Internet]. *Revista Cubana Cardiología Cirugía Cardiovascular.* 2023 [acceso: 29/07/2024]; 29(3): [aprox. 8 p.]. Disponible en: <https://revcardiologia.sld.cu/index.php/revcardiologia/article/view/1283>
25. McNamara RL, Kennedy KF, Cohen DJ, Diercks DB, Moscucci M, Ramee S, et al. Predicting In-Hospital Mortality in Patients with Acute Myocardial Infarction [Internet]. *J Am Coll Cardiol.* 2016;68(6): 626-35. DOI: 10.1016/j.jacc.2016.05.049
26. Eagle KA, Lim MJ, Dabbous OH, Pieper KS, Goldberg RJ, Van de Werf F, et al. A validated prediction model for all forms of acute coronary syndrome: estimating the risk of 6-month post discharge death in an international registry [Internet]. *JAMA.* 2004;291(22):2727-33. DOI: 10.1001/jama.291.22.2727



27. Rodríguez-Jiménez A, Chávez-González E. Estimación de riesgo en pacientes con infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST: Su realidad en Cuba [Internet]. CorSalud. 2021 [acceso: 22/07/2024]; 13(3): [aprox. 10 p.]. Disponible en:
<https://revcorsalud.sld.cu/index.php/cors/article/view/574>
28. Martínez-García G, Rodríguez-Ramos M, Santos-Medina M, Mata-Cueva LA, Carrero-Vázquez AM, Chipi-Rodríguez Y. Índice leucoglucémico como predictor de complicaciones en el infarto de miocardio: registro RECUIMA [Internet]. Rev. Colombiana. Cardiología. 2024 [acceso: 03/05/2024]; 31(1): 4-11. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56332024000100004&lng=en
29. Santos-Medina M, Obregón-Santos Á, Piriz-Assa A, Rodríguez-Ramos M, Vázquez-Argote K. Propuesta de escala predictiva para la estratificación del riesgo de muerte hospitalaria en el infarto agudo de miocardio [Internet]. Revista Cubana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. 2023 [acceso: 06/02/2024]; 29(1): [aprox. 11 p.]. Disponible en:
<https://revcardiologia.sld.cu/index.php/revcardiologia/article/view/1295>
30. Burgos Lucrecia M, Garmendia Cristian M, Giordanino Elián F, Godoy armando Casandra L, Cigalini Ignacio M, García Zamora S, et al. Validación y comparación de dos modelos de estratificación de riesgo en infarto de miocardio con elevación del segmento ST [Internet]. Revista Argentina Cardiología. 2019 [acceso: 03/09/2023]; 87(2): 118-124. Disponible en:
https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-37482019000200118&script=sci_arttext
31. Restrepo-Escobar M, Castaño-González P, Galvis-García M, Morales-Maya L, Urrego T, Sandoval-Álvarez S, et al. Desarrollo y validación interna de un modelo de predicción clínica del riesgo de infección bacteriana nosocomial en pacientes con lupus eritematoso sistémico [Internet]. Revista Colombiana de Reumatología. 2021; 28(2):95-103. DOI: 10.1016/j.rcreu.2020.07.005
32. Gómez González C, Pérez Castán JF. Capítulo 8: Pruebas diagnósticas. Concordancia. SEMERGEN – Medicina de familia. 2007;33(10):509-19. DOI: 10.1016/S1138-3593(07)73955-2
33. Silva Fuentes A, Molina Villagra M. Likelihood ratio (razón de verosimilitud): definición y aplicación en radiología [Internet]. Revista Argentina Radiología. 2017; 18(3): [aprox. 8 p.]. DOI: 10.1016/j-rard.2016.11.002



34. Díaz-Narváez VP. Regresión logística y decisiones clínicas [Internet]. *Nutrición Hospitalaria*. 2017; 34(6):1505. DOI: 10.20960/nh.1468
35. Dominguez Dueñas L, Goode-Romero G, Aguayo-Ortiza R. Relaciones cuantitativas estructura-actividad/propiedad en dos dimensiones empleando el programa R [Internet]. *Educación Química*. 2019;30(2): [aprox. 14. P.]. DOI: 10.22201/fq.18708404e.2019.2.67211
36. López-Fernández R, Avello-Martínez R, Palmero-Urquiza D, Sánchez-Gálvez S, Quintana-Álvarez M. Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científica [Internet]. *Revista Cubana de Medicina Militar*. 2019 [acceso: 13/09/2023]; 48(Sup: 2): [aprox. 9 p.]. Disponible en: <https://revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/390>

Conflictos de interés

Los autores plantean que no existen conflictos de interés relacionados con el trabajo que se presenta.

Contribuciones de los autores

Conceptualización: *Yoandro Rosabal García, Níger Guzmán Pérez.*

Curación de datos: *Yoandro Rosabal García.*

Análisis formal: *Eddy Alberto Rosales Guibert.*

Investigación: *Yoandro Rosabal García, Níger Guzmán Pérez.*

Metodología: *Yoandro Rosabal García, Níger Guzmán Pérez.*

Administración del proyecto: *Yoandro Rosabal García, Níger Guzmán Pérez.*

Recursos: *Yoandro Rosabal García, Eddy Alberto Rosales Guibert.*

Software: *Yoandro Rosabal García, Eddy Alberto Rosales Guibert.*

Supervisión: *Níger Guzmán Pérez, Eddy Alberto Rosales Guibert.*

Validación: *Níger Guzmán Pérez.*

Visualización: *Yoandro Rosabal García.*

Redacción - borrador original: *Yoandro Rosabal García, Níger Guzmán Pérez.*

Redacción - revisión y edición: *Yoandro Rosabal García, Níger Guzmán Pérez.*



Declaración de disponibilidad de datos

Archivos complementarios:

Base de datos

<https://revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/libraryFiles/downloadPublic/40>

Procesamiento

<https://revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/libraryFiles/downloadPublic/41>

Procesamiento - tablas

<https://revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/libraryFiles/downloadPublic/42>