



Validación de modelo predictivo de complicaciones cardíacas en el infarto agudo de miocardio

Validation of cardiac complications predictive model risk in acute myocardial infarction

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

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

Lucia Turro Mesa³ <https://orcid.org/0000-0003-1395-9395>

Andres Rosell Oliva⁴ <https://orcid.org/0009-0006-5935-6978>

¹ Especialista 2.º Grado Cardiología. Asistente, Investigador Agregado, Universidad de Ciencias Médicas, Santiago de Cuba. Centro de Cardiología y Cirugía Cardiovascular, Hospital Provincial Saturnino Lora, Santiago de Cuba. Universidad de Ciencias Médicas, Santiago de Cuba. Cuba. yoandrorg@gmail.com

² Profesor Titular Doctor en Ciencias Médicas. Especialista 2.º Grado en Medicina Interna y Terapia Intensiva Universidad de Ciencias Médicas, Santiago de Cuba, Cuba. niger.guzman@infomed.sld.cu

³ Especialista 1.er Grado Cardiología. Instructor, Aspirante investigador, Universidad de Ciencias Médicas, Santiago de Cuba. Centro de Cardiología y Cirugía Cardiovascular, Hospital Provincial Saturnino Lora, Santiago de Cuba. Universidad de Ciencias Médicas, Santiago de Cuba. Cuba. lucydoctor94@gmail.com

⁴ Especialista 1.er Grado Cardiología. Instructor, Universidad de Ciencias Médicas, Santiago de Cuba. Centro de Cardiología y Cirugía Cardiovascular, Hospital Provincial Saturnino Lora, Santiago de Cuba. Universidad de Ciencias Médicas, Santiago de Cuba. Cuba. persepones860125@gmail.com

* Autor para la correspondencia: yoandrorg@gmail.com

Resumen

Las enfermedades cardiovasculares son uno de los problemas más importante de la medicina contemporánea. Constituyen hoy la primera causa de muerte en todo el mundo. Dentro de ellas, la cardiopatía isquémica la que provoca el mayor número de fallecidos y de años de vida perdidos
Objetivo: validar un modelo predictivo de complicaciones en pacientes con infarto agudo de miocardio. Método. Se realizó una investigación de desarrollo con un estudio observacional,

analítico, de casos y controles en el Centro de Cirugía Cardiovascular y Cardiología Santiago de Cuba, durante el periodo comprendido entre 2019 – 2021. **Resultados:** se analizaron ambos grupos de estudio con significación estadística en variables tales como; edad > 65 años, sexo, femenino y terapia trombolítica. En variables tales como; FEVI < 40 %, PAI > 15 mmHg y la motilidad segmentaria; presentaron porcentajes similares y significación estadística ($p \leq 0,05$). Se evidencia los parámetros de sensibilidad y especificidad en la cohorte de desarrollo y en la de validación, La capacidad discriminativa dada por el área bajo la curva fue de 0,931; y en la población de validación AUC = 0,839. **Conclusiones.** La presente investigación concluye proponiendo un modelo para predecir el riesgo de desarrollar complicaciones cardiacas en el paciente con infarto agudo de miocardio, a partir de un análisis multivariado de factores de riesgo. El modelo puede utilizarse como instrumento de vigilancia clínica y epidemiológica, tanto en atención médica, al identificar a sujetos con mayor probabilidad de enfermar y estratificar su riesgo en el ámbito hospitalario.

Palabras claves: modelo predictivo; ecocardiografía; infarto agudo de miocardio

Abstract

Cardiovascular diseases are one of the most important problems in contemporary medicine. They are today the leading cause of death worldwide. Among them, ischemic heart disease causes the greatest number of deaths and years of life lost. Objective: to validate a predictive model of complications in patients with acute myocardial infarction. Method. A developmental investigation was carried out with an observational, analytical, case-control study at the Santiago de Cuba Cardiovascular Surgery and Cardiology Center, during the period between 2019 - 2021. Results: both study groups were analyzed with statistical significance in variables such as; age > 65 years, sex, female and thrombolytic therapy. In variables such as; LVEF < 40%, IBP > 15 mmHg and segmental motility; They presented similar percentages and statistical significance ($p \leq 0.05$). The sensitivity and specificity parameters are evident in the development cohort and in the validation cohort in the one with similarity. The discriminative capacity given by the area under the curve was 0.806. ; and in the validation population AUC = 0.834. Conclusions. The present investigation concludes by proposing a model to predict the risk of developing complications in patients with acute myocardial infarction, based on a multivariate analysis of risk factors. The model can be used as a clinical and epidemiological surveillance instrument, both in medical care, by identifying subjects with a greater probability of becoming ill and stratifying their risk in the hospital setting.

Key words: predictive model, echocardiography, acute myocardial infarction

Introducción

Las enfermedades cardiovasculares son uno de los problemas médico-sanitario más importante de la medicina contemporánea. Constituyen hoy la primera causa de muerte en todo el mundo. Dentro de estas, la cardiopatía isquémica es la que provoca el mayor número de fallecidos y de años de vida potencialmente perdidos. ^(1,2) Anualmente hay 32,4 millones de pacientes con infarto agudo de miocardio (IAM) en el mundo. El infarto causa más de 2,4 millones de muertes en Estados Unidos, más de cuatro millones de muertes en Europa y en el norte de Asia, además de provocar más de un tercio de las muertes en los países debajo y medianos ingresos. ⁽³⁾

Regiones de las Américas como la de Brasil se reportó que la isquemia miocárdica aguda represento el 12 % de todas las muertes; con una mortalidad hospitalaria del 12,9 % en 2019. ⁽⁴⁾

En Cuba las afecciones cardiovasculares son la primera causa de mortalidad, producida por enfermedades isquémicas del corazón, de ellas, el 42,0 % por IAM. A pesar de los avances en el

tratamiento del infarto, desde el 2015 fallecen en Cuba más de 7000 personas por esta afección. Al finalizar el 2020 fallecieron, 7804 pacientes con IAM lo que representa el 6,94 % del total de fallecidos en el país; por otro lado, la provincia de Santiago de Cuba no es la excepción en esta tendencia epidémica de las dolencias cardiovasculares y el análisis de su situación de salud revela la magnitud del problema a enfrentar; en el periodo de 2020 se presentaron 2700 defunciones por enfermedades cardiovasculares con una tasa de 258 por cada 100 000 habitantes. ⁽⁵⁾

Al referirnos a las complicaciones propias del infarto agudo de miocardio, autores como Luigi et al ⁽⁶⁾ y Benavides et al;⁽⁷⁾ afirman que alrededor de 10- 12 % de pacientes presentan alteraciones eléctricas; en otro aspecto, Sosa-Diequez et al;⁽⁸⁾ alegan en un artículo de revisión la alta incidencia de pacientes con shock cardiogénico al ingreso teniendo alrededor 30 % de los casos.

El conocimiento de los factores predictivos de morbilidad y mortalidad ha servido para la realización de diversos modelos predictivos y de escalas para la estratificación de riesgo de a largo plazo, lo que posibilita una actuación terapéutica centrada en el riesgo, hecho que influye en la disminución de la mortalidad y en mejorar la calidad de la asistencia médica que se presta en estos pacientes ⁽⁹⁾.

Teniendo en cuenta la mayor incidencia de infarto agudo de miocardio en la población general, así como el impacto económico derivado de su atención, se considera que validar un modelo predictivo de complicaciones cardiacas basado en elementos clínicos- ecocardiográficos que se convertirá en una herramienta útil para establecer aquellos pacientes con mayor riesgo. **Objetivo:** validar un modelo predictivo clínico- ecocardiográfico de complicaciones en pacientes con infarto agudo de miocardio

Métodos

Tipos y diseño de estudio

Se realizó una investigación de desarrollo con un estudio observacional, analítico de casos y controles en el Centro de Cirugía Cardiovascular y Cardiología Santiago de Cuba, durante el periodo comprendido entre 2019 – 2021.

Ambos grupos de estudio (casos y controles) formaron parte de la misma población de pacientes con diagnóstico de infarto agudo de miocardio (1 303 pacientes), solo diferenciados por el hecho de ser portadores de complicaciones cardiacas (eléctricas y mecánicas) durante el ingreso a causa de la enfermedad o no

Población y Muestra

formaron parte de la población de estudio paciente con diagnóstico de infarto agudo de miocardio (1303), de los cuales se tomaron a 400 pacientes que presentaron complicaciones cardiacas intrahospitalaria, a lo cual se calculó el tamaño mínimo muestral de los casos basado en la formula descrita por Soto y otros ⁽¹⁰⁾

$$Nc = \frac{(p_1 \times q_1 + p_2 \times q_2) \times (Za + Z\beta)^2}{(p_1 - p_2)^2}$$

Donde: nc= Número de casos y número de controles sin ajuste

p1 = proporción esperada entre los casos;(0,30). ⁽⁸⁾

$$q_1 = 1 - p_1$$

p_2 = proporción esperada entre los controles (0,20)

$$q_2 = 1 - p_2$$

$$Z_{\alpha} = 1,96 \text{ y } Z_{\beta} = 0,84$$

Los cuales son valores obtenidos de la distribución normal estándar en función de la seguridad de un 95 % y un poder estadístico del 80 %; se tuvo en cuenta *Odds ratio* a detectar 1,5 y teniendo que existe una relación desigual entre casos y controles es decir diferente de 1 se realiza un ajuste para el tamaño de muestra: $n_a = \frac{nc \cdot (1+c)}{2c}$ donde: n_a = número de controles ajustado nc = Número de controles sin ajuste c = cociente de dividir los controles entre los casos. Por lo que se compuso el grupo de control por 200 casos con presencia de complicaciones cardiacas y los controles por 600 pacientes que no tuvieron complicaciones cardiacas. El procedimiento para el muestreo fue la generación de números aleatorios con el programa SPSS 22 para Windows.

La población del proceso de validación estuvo constituida por 503 pacientes que no pertenecían a la muestra con la cual se construyó el modelo predictivo; con diagnóstico de IAM de lo cual 100 pacientes presentaron complicaciones cardiacas. Se tomó la totalidad de pacientes complicados y con una relación de 1:3 testigos. Por lo que esta población quedó conformada por 400 pacientes en el mismo periodo de estudio.

Se definieron como complicaciones cardiacas: a aquella que aparece como complicación directa del infarto agudo de miocardio con una o más de enfermedad; basadas en lo referido por Baquero y Sabatel,⁽¹¹⁾ agrupadas en complicaciones derivadas de la disfunción ventricular (insuficiencia cardíaca, shock cardiogénico, infarto de ventrículo derecho); complicaciones mecánicas (insuficiencia mitral aguda, rotura de septo interventricular, rotura de la pared libre del ventrículo izquierdo) complicaciones eléctricas (arritmias ventriculares, fibrilación auricular, bradiarritmias-trastornos de conducción y otras arritmias); complicaciones pericárdicas (Pericarditis peri-infarto, derrame pericárdico, Síndrome de Dressler), otras (Trombo en ventrículo izquierdo, complicaciones hemorrágicas)

Se confeccionó un formulario para la recolección de datos contentivo de las variables objeto de estudio, previa revisión bibliográfica sobre el tema en la bibliografía disponible, donde se identificaron las siguientes variables:

Operacionalización de las variables

- 1- Dependiente: presencia de complicaciones. Según presencia de una o más complicaciones orgánicas y/o eléctricas. Se dicotomizo en presente o ausente.
- 2- Independientes: edad (mayor o igual de 65 años; menor de 65 años), sexo (masculino o femenino), tensión arterial sistólica al ingreso (> 90 mmHg o ≤ 90 mmHg), tensión arterial diastólica al ingreso (> 60 mmHg o ≤ 60 mmHg), diagnóstico clínico-electrocardiográfico (infarto agudo de miocardio topografía inferior o Infarto agudo de miocardio topografía anterior), terapéutica trombolítica: ausencia o presencia de terapia trombolítica con estreptoquinasa recombinante, Fracción de eyección de ventrículo izquierdo (FEVI) \leq de 40 % (valor patológico) o $>$ de 40 % (valor permisible), presión de aurícula izquierda (PAI): \geq de 15 mmHg (valor patológico) o $<$ de 15 mmHg (valor normal), Función sistólica ventrículo derecho (FEVD): TDI VD $>$ 9,5 cm/s; TDI VD \leq 9,5 cm/s (valor patológico), volumen de

Aurícula Izquierda (Volumen AI): Volumen AI < 34 ml/sc (valor normal) /sc o ≥ 34 ml/sc (valor patológico), índice Motilidad Parietal. (IWS) < 1,5 puntos (valor adecuado) o ≥ 1,5 puntos (valor patológico).

Datos ecocardiográficos.

Se les realizó a todos los pacientes examen ecocardiográfico transtorácico en las primeras 24 horas de ingreso hospitalario, el ecocardiograma fue realizado acorde a las recomendaciones *American Society of Echocardiographic* ⁽¹²⁾ Todos fueron analizados e interpretado por un Ecocardiografista experimentado.

De búsqueda y recolección de la información: la recolección de los datos se realizó mediante la revisión de las historias clínicas individuales; se confeccionó la base de datos con la información recolectada, la cual se procesó de forma automatizada utilizando el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS) en su versión 22.0.

Análisis estadístico

El análisis estadístico comenzó por la caracterización de la muestra, lo que implicó una descripción de todas las variables. Para las variables se obtuvieron las frecuencias absolutas y relativas (porcentajes). Se comparó además, las muestras de los procesos de estimación y validación; para las cuales se calculó el Chi-cuadrado de Pearson (prueba de independencia).

Para determinar la probabilidad del evento de salud (ocurrencia de complicaciones cardiacas), se ajustó el término constante de la ecuación de regresión logística, teniendo en cuenta que el modelo de este estudio se elaboró a partir de un diseño de casos y controles siguiendo las recomendaciones de la guía "*Transparent Reporting of a Multivariable Prediction Model for Individual Prognosis Or Diagnosis*" (TRIPOD). ⁽¹³⁾

Modelo predictivo

El modelo contó con las variables que constituyeron factores predictivo en el artículo anteriormente publicado ⁽¹⁴⁾.

De esta manera, se evaluó la influencia independiente de cada variable en la probabilidad de desarrollar complicaciones cardiacas, a la vez que se controlaban todas las demás. El modelo de la función de regresión logística se expresa mediante la fórmula de regresión binaria:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-z}}$$

Dónde: P indica la probabilidad de desarrollar las complicaciones, pues la variable p, variable de respuesta, tiene dos posibilidades: 1 si el paciente presenta complicaciones o 0 si el paciente no desarrolla complicaciones durante el ingreso hospitalario. Las X's representan las variables explicativas (operacionalizadas antes) y p representa al número de variables explicativas incluidas. β₀ representa a la constante del modelo y el resto de los valores de β son los coeficientes del modelo de regresión. Para obtener la estimación de la probabilidad de que un paciente presente complicaciones, basta con sustituir en la función los valores de las Xs del paciente. validación posterior de un instrumento (modelo) para estimar riesgo de desarrollar complicaciones durante el ingreso; Para determinar la capacidad discriminativa (distinguir entre los que desarrollaron complicaciones de los que no la desarrollaron) del modelo en ambas muestras (estimación y validación) se estimó la curva de operación característica con la variable probabilidad de desarrollar complicaciones (desarrollada sí o no); el área bajo la curva se estimó con intervalo del 95% de confianza. También se evaluó la calibración del modelo en ambas muestras, mediante la prueba de Hosmer y Lemenshow.

Aspectos éticos

Los autores declaran su compromiso de confidencialidad y protección de la información recogida durante la investigación. También se solicitó la autorización a la dirección del centro y la aprobación del Consejo Científico para la ejecución de la misma.

Resultados

Con el propósito de estimar la función de riesgo y validar el modelo, la muestra quedó dividida en dos poblaciones de estudio. Se muestran las variables demográficas y clínicas, se analizó ambos grupos de estudio y evidencio significación estadística en variables tales como; edad > 65 años, sexo, femenino y terapia trombolítica. (Ver tabla 1)

Tabla No 1. Descripción y comparación de las variables cualitativas entre las muestras de construcción y validación del modelo.

Variables clínicas- demográficas	Grupo desarrollo 800 casos	Grupo de Validación 400 casos	Ji cuadrado
	No- (%)	No -(%)	
Edad > 65 años	106 (13,3 %)	35 (8,8 %)	0,001
Sexo femenino	335 (41,9 %)	149 (37,3 %)	0,007
Diabetes Mellitus	106 (13,3 %)	365 (91,3 %)	0,001
IMA previo	314 (39,3 %)	173 (43,3 %)	0,024
No terapia trombolítica	338 (42,3 %)	296 (74,0 %)	0,001
TAS ≤ 90 mmHg	152 (19,0 %)	68 (17,0 %)	0,144
TAD ≤ 60 mmHg	204 (25,5 %)	93 (23,3 %)	0,143
FC ≥ 120 minutos	316 (39,5 %)	148 (37,0 %)	0,153

Fuente: planilla de vaciamiento. Ji cuadrado = $p \leq 0,05$ IMA: infarto agudo de miocardio. TAS: tensión arterial sistólica. TAD: tensión arterial diastólica. FC: frecuencia cardiaca

En el cuánto a las variables ecocardiográficas se muestra porcentajes similares en ambas poblaciones de estudio y alta significación estadística ($p \leq 0,05$) en variables tales como; FEVI < 40 %, PAI > 15 mmHg y la motilidad segmentaria. (Ver tabla 2)

Tabla 2. Comparación de las variables ecocardiográficas entre las muestras de construcción y de validación.

Variables ecocardiográficas	Construcción	Validación	Ji cuadrado
	No (%)	No (%)	
FEVI ≤ 40 %	172 (21,5%)	116 (29,0 %)	0,001
PMAP > 25 mmHg	511 (63,9 %)	139 (35,4 %)	0,68
TDI ≤ 9,5 cm/s	251 (31,4 %)	135 (33,8 %)	0,166
PAI ≥ 15 mmHg	445 (55,6 %)	183 (45,8 %)	0,001
Volumen AI ≥ 34 ml/sc	342 (42,8 %)	159 (39,8 %)	0,089
TDI anillo S < 6,5 cm/s	389 (48,6 %)	242 (60,5 %)	0,001
IWS ≥ 1,5 puntos	678 (84,8 %)	352 (88,0 %)	0,005

Fuente: Historias clínicas. Ji cuadrado= $p (\leq 0,05)$; FEVI: función sistólica ventrículo izquierdo; TDI VD: Doppler tisular de ventrículo derecho. PAI: presión aurícula izquierda. IWS: índice de motilidad parietal. TDI anillo: Doppler tisular de anillo mitral.

Se realizó una regresión logística para determinar cómo las variables en el estudio que afectan la probabilidad de presentar complicaciones en infarto agudo de miocardio. El modelo de regresión logística binaria, ajustado por el método paso a paso hacia atrás, se realizó con la muestra de estimación con el objetivo de obtener un ajuste apropiado del modelo con la menor cantidad de variables predictoras. Se utilizó un total de 800 casos en el análisis. El modelo explicó el 83,3 % en la aparición de complicaciones cardiacas en pacientes con infarto agudo de miocardio. Lo cual se puso de manifiesto que con solo diez variables era suficiente para un ajuste adecuado del modelo. (Ver Tabla No 3)

Tabla 3 Predictores incluidos en el modelo predictivo generado

Variables Predictoras	β	Sig.	Exp(β)	95% C.I. para EXP(B)	
				Inferior	Superior
Edad \geq 65 años	1,416	0,005	4,121	1,544	11,004
Presencia de DM	1,601	0,002	4,96	1,836	13,402
TAS \leq 90 mmHg	1,237	0,03	3,447	1,866	6,367
FEVI \leq 40 %	0,456	0,112	1,578	0,899	2,771
PAI \geq 15 mmHg	1,289	0,001	3,628	2,174	6,054
volumen AI $>$ 34 ml/sc	1,584	0,001	4,873	3,003	7,906
IWS \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	2,81	7,306
No terapia trombolítica	0,967	0,003	2,631	1,609	4,301
TDI anillo S $<$ 6,5 cm/s	1,228	0,001	3,415	2,043	5,71
Prueba de Hosmer y Lemenshow $\chi^2= 9,000$; $p= 0,342$					

Fuente: Hoja de resultados del IBM SPSS versión 22.0. TDI VD: Doppler tisular; VD: ventrículo derecho; PAI: presión aurícula izquierda, IWS: índice de motilidad parietal. Sig.=nivel de significación estadística, Exp (β)= exponencial beta, IC=intervalo de confianza

A partir de la función logarítmica obtenida del modelo y al sustituir los coeficientes β de los predictores, se obtiene la probabilidad de ocurrencia de complicaciones en el infarto agudo de miocardio a través de la fórmula: $p = \frac{1}{1+e^{-z}}$ donde p= probabilidad de complicaciones dando como resultado la ecuación del modelo predictivo

Al analizar el área bajo la curva y la curva operativa del receptor, a partir de la sensibilidad y especificidad, se comprobó que el AUC (área bajo la curva) en fase de construcción fue de 0,931 (intervalo de confianza: 0,912-0,944; $p=0,001$); y en la población de validación AUC = 0,839

(intervalo de confianza: 0,794-0, 0,884; $p < 0,001$) indica buena capacidad del modelo para predecir el riesgo de desarrollar complicaciones cardíacas.

Al evaluar el rendimiento de modelo predictivo, con calibración y capacidad de discriminación. Se evidencia los parámetros de sensibilidad y especificidad en cohorte de desarrollo y en la de validación, en la cual se muestra similitud en cuanto valores de sensibilidad, especificidad, valores de verosimilitud positivo y negativo. (Tabla No 4).

Tabla 4- Indicadores para evaluar la capacidad predictiva del modelo.

Valores predictivos	Construcción	Validación
	(%)	(%)
Sensibilidad	90,28	84,48
Especificidad	71,4	73,85
Índice de validez	85	82,75
AUC	0,931	0,839
Valor predictivo positivo	96	94,33
Valor predictivo negativo	69	48
Razón de verosimilitud +	6,09	3,23
Razón de verosimilitud -	0,11	0,21

Fuente: Hoja de resultados del IBM SPSS versión 22.0

En la tabla 5 se observa una relación adecuada entre los casos observados y esperados en todos los niveles de riesgo de complicaciones a lo cual se agrega valores de la prueba de Hosmer y Lemeshow ($p=0,147$) acepta la hipótesis nula de homogeneidad como indicador de buena calibración. (Ver Tabla 5)

Tabla No 5. Comparación entre morbilidad observada y esperada en el modelo. Calibración de la muestra de validación

no presentaron complicaciones		presencia de complicaciones		Total
Observado	Esperado	Observado	Esperado	
37	36,410	0	0,590	37
38	39,482	3	1,518	41
39	37,626	1	2,374	40
32	36,304	8	3,696	40
39	35,844	2	5,156	41

31	31,881	7	6,119	38
31	31,045	9	8,955	40
30	27,575	13	15,425	43
19	18,001	22	22,999	41
4	5,832	35	33,168	39
Prueba de Hosmer y Lemeshow $X^2 = 12,200$; grado de libertad=8. $p=0,142$				

Discusión.

Existe una relación compleja entre los distintos factores de riesgo y la probabilidad de desarrollar las complicaciones en los pacientes con evento coronario agudo, debido a los diferentes mecanismos fisiopatológicos que interactúan. Normalmente se precipita por una trombosis aguda inducida por rotura o erosión de una placa coronaria aterosclerótica, con o sin vasoconstricción concomitante, lo que causa una reducción brusca y crítica del flujo sanguíneo coronario.⁽¹⁵⁾

Bono et al.⁽¹⁶⁾ Afirman la incidencia de complicaciones alrededor se aproxima alrededor del 50 % de los pacientes analizados, siendo la insuficiencia cardíaca el evento de mayor prevalencia.

En la literatura científica se reportan numerosos factores de riesgo asociados a la morbimortalidad del infarto agudo de miocardio, tales como; la edad avanzada, el sexo femenino y la terapéutica trombolítica; así lo refieren investigadores como Santos et al.⁽¹⁷⁾

En cuanto a parámetros ecocardiográficos, investigadores tales como; Ferreira da Silva,⁽¹⁸⁾ que elementos ecocardiográficos como la motilidad parietal y presión auricular izquierda se asociaron a mayor riesgo de remodelado del ventrículo izquierdo y de morbimortalidad; algo similar aporta en su investigación Ye Q, et al.⁽¹⁹⁾

En la tabla 2 muestra el análisis multivariado de regresión logística donde la inclusión de variables independientes fue paso a paso a través del método wald, lo que permitió mitigar el efecto indeseado de la colinealidad y del cual quedó conformado el modelo predictivo concluyente de nuestro estudio por ocho variables y su ecuación predictiva; lo cual tiene similitud con el modelo predictivo que dio origen a la escala GRACE (*Global Registry of Acute Coronary Events*) y difiere a la vez por uso de biomarcadores y parámetros electrocardiográficos así lo expresa Santos et al.⁽²⁰⁾

En cuanto a parámetro discriminatorio; el cual fue evaluado mediante la ROC se evaluó buen ajuste en ambas poblaciones de estudio teniendo. La mayoría de los modelos predictivos revisados utilizan esta prueba para evaluar su poder discriminante teniendo como punto de corte adecuado $AUC \geq 0,70$; así lo refiere Fernández Félix⁽²¹⁾, García et al⁽²²⁾ y Toudert.⁽²³⁾

Según Rodríguez –Chávez⁽²⁴⁾; en una investigación realizada por Granger et al afirman que el modelo predictivo que dio origen a la escala GRACE mostró un área bajo la curva (ABC) de 0,83 teniendo similitud con la actual investigación.

En la tabla 4 Los valores predictivos del modelo se muestran, donde se posee una sensibilidad y especificidad adecuada y un buen valor predictivo positivo en ambas muestra de estudio. O sea, que el modelo pronostica muy bien los que van a presentar complicaciones en el contexto de infarto

agudo de miocardio; en ese punto Burgos et al ⁽²⁵⁾ y Mauricio et al ⁽²⁶⁾ teniendo similares resultados a lo obtenido en el presente estudio. En cuanto a parámetros como el coeficiente de verosimilitud indica la probabilidad de que el paciente presente complicaciones, en aquellos casos clasificados como de alto riesgo, que en los pacientes clasificados como de bajo riesgo por el modelo lo cual presenta valores similares en ambos grupos de estudio; así mismo el coeficiente de verosimilitud negativo indica una utilidad altamente relevante en ambas poblaciones de estudio ya que, cuando clasifique a un paciente de bajo riesgo, este no vaya a presentar complicaciones. Lo antes expuesto se ve reflejado en autores tales como; Gómez-Pérez ⁽²⁷⁾ y Silva-Molina ⁽²⁸⁾

Sénior et al. ⁽²⁹⁾ en el análisis realizado de dos modelos predictivo (Hosmer-Lemeshow >0,05) lo que implica que se ajusta a la población de estudio y las probabilidades observadas son cercanas a las esperadas, lo cual tiene relación con lo encontrado en la actual investigación.

Finalmente; El estudio tiene como principales limitaciones un tamaño de muestra relativamente pequeño y no contar con tecnología ecocardiográfica avanzada, los cuáles pudieran evaluarse en próximas investigaciones aunque debemos tener en cuenta que modelos predictivos son una herramienta muy útil actualmente, además de constituir el primer paso hacia la obtención de una escala matemática de predicción de riesgo, necesarios en la práctica actual.

Conclusiones

La presente investigación concluye proponiendo un modelo para predecir el riesgo de desarrollar complicaciones cardiacas en el paciente con infarto agudo de miocardio, a partir de un análisis multivariado de factores de riesgo. El modelo puede utilizarse como instrumento de vigilancia clínica y epidemiológica, tanto en atención médica, al identificar a sujetos con mayor probabilidad de enfermar y estratificar su riesgo en el ámbito hospitalario.

Referencias bibliográficas

1. Gaziano TA, Prabhakaran DJ, Gaziano M. Repercusión global de las enfermedades cardiovasculares. En: Zipes DP, Libby P, Bonow RO, Mann DL, Tomaselli GF, Braunwald E, editors. Braunwald's Heart disease. A textbook of cardiovascular medicine. 11na Edición. España: Elsevier España, S.L.U; 2019. p.1-18.
2. Gaviria S, Ramírez A, Alzate M, Contreras H, Jaramillo N, Muñoz MC. Epidemiología del síndrome coronario agudo. Medicina U.P.B 2020; 39(1): 49-56. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18566/medupb.v39n1.a08>
3. Reed GW, Rossi JE, Cannon CP. Acute myocardial infarction. Lancet 2017; 389:197- 210. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30677-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30677-8).
4. Oliveira GMM de, Brant LCC, Polanczyk CA, Malta DC, Biolo A, Nascimento BR, et al. Estadísticas Cardiovasculares – Brasil 2021. Arq Bras Cardiol.2022;18(1):115-373 doi: 10.36660/abc.20211012» <https://doi.org/10.36660/abc.20211012>
5. Ministerio de Salud Pública. Anuario Estadístico de Salud 2021 [en línea]. La Habana: Dirección de Registros Médicos y Estadísticas de Salud; 2022 [citado 6 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://files.sld.cu/dne/files/2022/10/Anuario-Estad%C3%Adstico-de-Salud-2021.-Ed-2022.pdf> .
6. Luigi Biasco, Dragana Radovanovic, Marco Moccetti, Hans Rickli, Marco Roffi, Franz Eberli, Raban Jeger, Tiziano Moccetti, Paul Erne, Giovanni Pedrazzini, La fibrilación

- auricular de nueva aparición o preexistente en los síndromes coronarios agudos: dos fenómenos distintos con un pronóstico comparable, *Revista Española de Cardiología*, Volume 72, Issue 5, 2019, Pages 383-391, ISSN 0300-8932, <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2018.02.018>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300893218300927>)
7. Benavides-Moreno E, Hernández-Véliz 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 [citado 21 julio 2023]; 28 (3) Disponible en: <http://www.revcardiologia.sld.cu/index.php/revcardiologia/article/view/1361>
 8. SOSA-DIÉGUEZ, Gerardo et al. Choque cardiogénico por síndrome coronario agudo en el servicio de cardiología de Las Tunas. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, [S.l.], v. 26, n. 4, p. e5524, ago. 2022. ISSN 1561-3194. Disponible en: <http://www.revcmpinar.sld.cu/index.php/publicaciones/article/view/5524>. Fecha de acceso: 19 abril. 2023
 9. Ibanez B, James S, Agewall S, Antunes MJ, Bucciarelli-Ducci C, Bueno H, et al. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation: The Task Force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *EurHeart J*. 2018; 39(2):119-77. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx393>
 10. Soto Alonso, Cvetkovich Aleksandar. Case-control Studies. *Rev. Fac. Med. Hum.* [Internet]. 2020 Ene [citado 2023 Nov 20] ; 20(1): 138-143. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S230805312020000100138&lng=es . <http://dx.doi.org/10.25176/rfmh.v20i1.2555>.
 11. Baquero Alonso M, Sabatel Pérez F, Rodríguez Padial L. Complicaciones del infarto de miocardio. *Medicine* [Internet]. 2017 [citado 19/10/2023]; 12(37):2224–31. Disponible en: <https://www.medicineonline.es/es> complicaciones-del-infarto-miocardio-articulo-S030454121730
 12. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo 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. *J Am SocEchocardiog* [Internet]. 2015 [citado 14 May 2023]; 28(1):1-39.e14. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.echo.2014.10.003>
 13. Moons KGM, Altman DG, Reitsma JB, Ioannidis JPA, Macaskill P, Steyerberg EW, et al. Transparent reporting of a multivariable prediction model for individual prognosis or diagnosis (TRIPOD): explanation and elaboration. *Ann Intern Med* 2015;162:W1–73
 14. Rosabal García Y, Guzmán Pérez N, Rosales Guieert E. Factores clínicos y ecocardiográficos asociados a complicaciones en pacientes con infarto agudo de miocardio. *Rev habanera ciencias médicas* [Internet]. 2023 [citado 17/10/2023]; 22(3):e5326; Disponible en: <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/5326>
 15. Battilana-Dhoedt José Alberto, Cáceres-de Italiano Cristina, Gómez Nancy, Centurión Osmar Antonio. Fisiopatología, perfil epidemiológico y manejo terapéutico en el síndrome coronario agudo. *Mem. Inst. Investig. Cienc. Salud* [Internet]. 2020 Apr [cited 2023 Aug 06] ; 18(1): 84-96. Available from:

http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S181295282020000100084&lng=en.
en. <https://doi.org/10.18004/mem.iics/18129528/2020.018.01.84-096>.

16. Bono Leandro A., Puente Luciana J., Szarfer Jorge, Estrella Laura M., Dopppe Eugenia M., Napoli Llobera Mariano E. et al . Complicaciones intrahospitalarias del infarto agudo de miocardio. Incidencia y momento de aparición. Medicina (B. Aires) [Internet]. 2021 Ago [citado 2023 Ago 06]; 81(6): 978-985. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S002576802021000800978&lng=es .
17. 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. CorSalud[revista en internet]. 2018 [citado 6 de julio de 2023]; 10(3): 202-210. Disponible en: <http://www.revcorsalud.sld.cu/index.php/cors/article/view/355>.
18. Ferreira da Silva Mazeto Pupo da Silveira C, Nogueira DiasSeccoMalagutte K, Franco Nogueira B, Moreira Reis F, da Silva AnticoRodrigues C, Andreza Antonelli Rossi A, et al. Clinical and echocardiographic predictors of left ventricular remodeling following anterior acute myocardial infarction. Clinics [revista en internet]. 2021 [citado 6 de julio de 2023]; 76: e2732. Disponible en: <https://doi.org/10.6061/clinics/2021/e2732>.
19. Ye Q, Zhang J, Ma L. Predictors of all-cause 1-year mortality in myocardial infarction patients. Medicine (Baltimore) [revista en internet]. 2020 [citado 26 de agosto de 2023]; 99(29): e21288. Disponible en: <https://doi.org/10.1097%2FMD.00000000000021288>
20. Santos Medina Maikel, Gutiérrez Martínez Ángel A., Obregón Santos Ángel G., Rodríguez Ramos Miguel, Piriz Assa Alberto R., Toledo Pérez Lester. Estratificación de riesgo en pacientes con infarto agudo de miocardio mediante el uso de varias escalas. CorSalud [Internet]. 2021 Sep [citado 2023 Ago 06] ; 13(3): 271-281. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2078-71702021000300271&lng=es . Epub 01-Sep-2021.
21. Fernández Félix BM. Validación interna de modelos predictivos de regresión logística. Comando Validation (Stata) [Tesis de Maestría]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid [Internet]; 2018 [citado 26 Abr 2023]. Disponible en: https://eprints.ucm.es/id/eprint/49486/1/TFM_Borja%20Fern%C3%A1ndez%20Felix.pdf
22. García Álvarez PJ, Morejón Ramos L, Grasso Leyva F. Aplicación de un modelo cubano predictivo de mortalidad en pacientes graves por COVID-19 en Lombardía, Italia. Rev.Med.Electrón. [Internet]. 2021 Abr [citado 2023 Mar 31]; 43(2): 3047-3060. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S168418242021000203047&lng=es . Epub 30-Abr-2021.
23. Toudert Djamel. Hacia un modelo predictivo de carácter preventivo del riesgo de infección por COVID-19. Gac. Méd. Méx [revista en la Internet]. 2021 Jun [citado 2023 Mar 31] ; 157(3): 240-245. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S00163813021000300240&lng=es . Epub 13-Sep-2021. <https://doi.org/10.24875/gmm.20000628>.
24. 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. CorSalud [revista

en Internet]. 2021 [citado 2023 May 30]; 13(3):[aprox. 10 p.]. Disponible en: <https://revcorsalud.sld.cu/index.php/cors/article/view/574>

25. 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. Rev. Argent. Cardiol. [Internet]. 2019 Abr [citado 2023 Mayo 31] ; 87(2): 118-124. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-37482019000200118&lng=es . Epub 01-Mar-2019. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v87.i2.13339> .
26. Mauricio Restrepo-Escobar, Pablo Castaño-González, Marianella Galvis-García, Laura Morales-Maya, Tomás Urrego, Simón Sandoval-Álvarez, Carlos H. Muñoz-Vahos, Adriana L. Vanegas-García, Daniel Jaramillo-Arroyave, Gloria Vásquez, Luis A. González-Naranjo, Desarrollo y validación interna de un modelo de predicción clínica del riesgo de infección bacteriana nosocomial en pacientes con lupus eritematoso sistémico, Revista Colombiana de Reumatología, Volume 28, Issue 2, 2021, Pages 95-103, ISSN 0121-8123, <https://doi.org/10.1016/j.rcreu.2020.07.005> . <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0121812320301195>
27. Gómez González C, Pérez Castán JF. Curso de introducción a la investigación clínica. Capítulo 8: Pruebas diagnósticas. Concordancia. SEMERGEN. 2007;33(10):509-19. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1138-3593\(07\)73955-2](https://doi.org/10.1016/S1138-3593(07)73955-2)
28. Silva Fuentes A, Molina Villagra M. Likelihood ratio (razón de verosimilitud): definición y aplicación en radiología. Rev argent radiol. 2017 [acceso 12/12/2020];81(3): 204-08. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rard.2016.11.002>
29. Sénior JM, et al. Validación y comparación de los puntajes TIMI y GRACE en pacientes con síndrome coronario agudo sin elevación del segmento ST. Rev Colomb Cardiol. 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rccar.2016.04.016>