



Propuesta de escala predictiva para la estratificación del riesgo de muerte hospitalaria en el infarto agudo del miocardio

Proposal for a predictive scale for stratification of the risk of hospital death in acute myocardial infarction

Maikel Santos Medina¹, Ángel Gaspar Obregón Santos², Alberto Rubén Piriz Assa³, Miguel Alejandro Rodríguez Ramos⁴, Karell Rafael Vázquez Argote¹

¹Hospital General Docente “Dr. Ernesto Guevara de la Serna”. Las Tunas, Cuba.

²Hospital Clínico-Quirúrgico “Hermanos Ameijeiras”. La Habana, Cuba.

³Hospital Pediátrico “Octavio de la Concepción y la Pedraja”. Holguín, Cuba.

⁴Hospital General Docente “Camilo Cienfuegos Gorriarán”. Sancti Spiritus, Cuba.

Resumen

Introducción: La mayoría de las escalas predictivas en el infarto agudo de miocardio se construyeron en países de altos ingresos; por lo que puede verse afectada su aplicación en Cuba.

Objetivo: Diseñar una escala predictiva para la estratificación del riesgo de muerte hospitalaria en el infarto agudo del miocardio.

Métodos: Se realizó estudio analítico de tipo cohorte, retrospectivo, multicéntrico en pacientes con infarto agudo del miocardio entre el 1 de enero de 2018 y el 31 de diciembre de 2020. Se utilizó tipo de estudio 2b, según el *Transparent Reporting of a multivariable prediction model for Individual Prognosis or Diagnosis* (TRIPOD). La selección de las variables fue a partir de los predictores del modelo obtenido de la regresión logística binaria multivariada. Para asignar puntajes se redondeó al número entero inferior de los coeficientes β correspondientes. Se tomó como punto de corte el valor con mayor índice de Youden en la valoración de la curva ROC. Se evaluó el rendimiento del modelo.

Resultados: Las variables de la escala y sus puntajes fueron: edad > 70 años, tensión arterial sistólica < 100 mmHg, más de 7 derivaciones afectadas; KK IV y BAV alto grado todas con 1 punto, FV-TV (2 puntos) y filtrado glomerular < 60 ml/min (3 puntos). El punto de corte óptimo fue a nivel de 3.5. Se definieron dos estratos: bajo riesgo (< 4 puntos) y alto riesgo (> 4 puntos). La escala mostró buena sensibilidad y especificidad con excelente capacidad predictiva (ABC 0,928) y buena calibración ($p = 0,778$).

Conclusiones: Se diseñó la escala RECUIMA con siete variables fáciles de obtener a la cabecera del paciente; se mostró la excelente capacidad discriminativa y buena calibración.

Palabras clave: estratificación de riesgo; infarto agudo del miocardio; mortalidad hospitalaria; escala predictiva.

Abstract

Introduction: Most of the predictive scales in acute myocardial infarction were built in high-income countries; therefore, its application in Cuba may be affected.

Objective: To design a predictive scale for stratifying the risk of hospital death in acute myocardial infarction.

Method: A multicenter, retrospective, analytical cohort study was conducted in patients with acute myocardial infarction from January 1, 2018 to December 31, 2020. A type 2b study was used, according to the *Multivariate Transparent Reporting of a prediction model for Individual Prognosis or Diagnosis* (TRIPOD). The selection of the variables was based on the predictors of the model obtained from the multivariate binary logistic regression. To assign scores, they were rounded to the lower whole number of the corresponding β coefficients. The value with the highest Youden index in the assessment of the ROC curve was taken as the cut-off point. The performance of the model was evaluated.

Results: The scale variables and their scores were age >70 years, systolic blood pressure <100mmHg, more than 7 affected leads; KK IV and high grade AVB all with 1 point, VF-TV (2 points) and glomerular filtration rate <60 ml/min (3 points). The optimal cut-off point was at 3.5 level. Two strata were defined: low risk (<4 points) and high risk (>4 points). The scale showed good sensitivity and specificity with excellent predictive capacity (AUC 0.928) and good calibration ($p = 0.778$).

Conclusions: RECUIMA scale was designed with seven easy-to-obtain variables at the patient's bedside; excellent discriminative capacity and good calibration were shown.

Keywords: risk stratification; acute myocardial infarction; hospital mortality; predictive scale.

Introducción

El futuro ha fascinado al hombre y predecirlo concede un poder que condiciona el presente y direcciona las decisiones que se toman. En consecuencia, se debe avanzar en la investigación del pronóstico de las enfermedades o de sus complicaciones de tal forma que sus resultados y conclusiones contribuyan a la toma de decisiones clínicas y el perfeccionamiento de los servicios de salud.^(1,2)

Los estudios dedicados a la estratificación y la predicción del riesgo en pacientes que han experimentado un infarto agudo del miocardio (IAM) se iniciaron hace más de 50 años y han evolucionado a medida que se perfeccionaron las técnicas estadísticas y el conocimiento sobre la fisiopatología de la enfermedad coronaria. Es una tarea compleja, heterogénea, con múltiples factores intervinientes, en permanente evolución, con constantes avances y progresos en la búsqueda por conseguir una estratificación ideal que permita anticiparse a los acontecimientos y elegir la mejor estrategia para cada paciente.^(3,4)

La estratificación de riesgo en los pacientes con síndrome coronario agudo (SCA) tiene varios objetivos: informar y aconsejar al paciente y su familia; identificar a los pacientes con riesgo elevado de muerte o infarto, susceptibles de mejorar su pronóstico con un tratamiento adecuado; identificar a los sujetos con un riesgo muy bajo que no requieren estudios invasivos, de manera que se eviten los costos y riesgos innecesarios de estas técnicas; así como planificar la rehabilitación cardíaca y la prevención secundaria tras el episodio agudo.^(3,5)

A pesar de que existen en la actualidad varias escalas de predicción de riesgo para evaluar a los pacientes con infarto de miocardio y/o síndromes coronarios agudos, aún no se ha encontrado la “escala ideal”. Para ello es necesario que, en una misma escala, se encuentren las variables clínicas relevantes, en dependencia de las características culturales, étnicas, sociodemográficas del país donde, posteriormente, se validará; debe tener alta capacidad discriminativa; predecir el riesgo a corto y largo plazo; debe ser sencilla, práctica y fácil de aplicar en la cabecera del paciente; no debe ser confeccionada a través de una población muy seleccionada, pues se ha comprobado que las escalas realizadas mediante los registros de pacientes de la práctica clínica real muestran más eficacia que aquellas realizadas a través de ensayos clínicos aleatorizados.^(6,7)

De las escalas que existen en la actualidad, la del “Registro Global de Episodios del Síndrome Coronario Agudo” [*Global Registry of Acute Coronary Events (GRACE)*]⁽⁸⁾ es la que más requisitos reúne para ser considerada “ideal” y, por ende, ha sido la más validada; sin embargo, en ocasiones sigue siendo engorrosa su utilización en la cabecera del paciente, dada, entre otros factores por la necesidad de emplear calculadoras electrónicas. Dentro de las variables que componen la escala se encuentran los biomarcadores de necrosis miocárdica (troponinas), los cuales no están disponibles en todos los países de bajo/medianos ingresos. Ya han pasado varios años desde su origen, con cambios en los sistemas de atención a los pacientes con IAM, lo que ha originado varias investigaciones que asocian otras variables con las originales para mejorar su rendimiento en determinadas condiciones.^(9,10)

La utilización de las escalas de riesgo para evaluar el

pronóstico de los pacientes con SCA-IAM tiene buen nivel de evidencia en la mayoría de las guías de atención a los pacientes con infarto sin elevación del segmento ST.^(11,12) Los casos de infartos con elevación del segmento ST, de países de altos ingresos, en los cuales la angioplastia coronaria transluminal percutánea (ACTP) primaria es de elección y accesible a altos porcentajes de los pacientes, la estratificación de riesgo se hace con el objetivo de poder definir los pacientes con más riesgo. Esto es esencial en el momento de informar al paciente y la familia acerca del estado de su enfermedad; definir el lugar exacto dentro del hospital donde se situará y planificar el tratamiento en función de la puntuación de riesgo: entre más alta sea la puntuación de riesgo, debe recibir los tratamientos de mayor intensidad que puedan ser apropiados en el contexto clínico del enfermo. En aquellos países de bajo/medianos ingresos, en los que la ACTP primaria no se puede realizar a la mayoría de los pacientes, poder estratificar adecuadamente es de vital importancia para brindar la posibilidad de realizar estos estudios a los pacientes con mayor riesgo.^(13,14,15)

A pesar de los beneficios de la aplicación de estas escalas, su empleo en la práctica clínica es muy limitada; bien sea por su complejidad, por dar mucho valor a la experiencia del personal médico o por la no validación de la mejor escala, en dependencia de las características de la población a la que se le aplicará. Este último aspecto debe tenerse en cuenta porque la mayoría de las escalas empleadas en la actualidad se originaron en países de altos ingresos y en muchas de estas existen variables que son difíciles de obtener en países de bajo/medianos ingresos. Por solo citar dos ejemplos: la determinación de biomarcadores específicos (troponinas) o conocer las alteraciones de las arterias coronarias con la realización de angiografías coronarias, en la mayoría de los pacientes, son aspectos de difícil acceso en los hospitales de los países de bajo/medianos ingresos.^(6,16)

Las variables predictoras de la mortalidad pueden estar influenciadas por las características sociodemográficas de las poblaciones en las que se crea la escala; por los factores de riesgo que predominan en dichas poblaciones, así como por la organización de los sistemas de salud y su accesibilidad, teniendo en cuenta las características económicas de cada región. Por tal motivo, varios autores consideran que estos elementos imposibilitan la correcta aplicación de estos modelos probabilísticos fuera del ambiente donde fue creado. Se recomienda que en cada lugar se debe validar la escala que quiera aplicar, antes de su utilización. La mayoría de literatura coincide en que, si fuera posible, es adecuado que cada país prepare su propia escala de riesgo, teniendo en cuenta la población con la que habitualmente se trabaja. Esto requerirá además, validaciones externas para su aplicación.^(5,6)

Se realizó una búsqueda en las bases de datos de PubMed, *Hinary*, *Clinicalkey*, PubMed_MedLine y Scopus y se encontraron escasos trabajos publicados, cuya temática estuviera en relación con la estratificación de riesgo de los pacientes con SCA-IAM, a partir del empleo de las escalas de riesgo en Cuba. Solo se encontró un estudio reciente⁽¹⁷⁾ que plantea la creación de una escala, mediante los datos provenientes de un solo centro, enmarcado en los pacientes con IAM con elevación del segmento ST y sin validaciones externas realizadas. El resto de los estudios publicados se relacionan con la validación de las escalas de riesgos ya realizadas, sin reunir todos los requisitos, desde el punto de

vista investigativo, según los protocolos actuales de validación de las escalas de predicción. Además, sin la posibilidad de extrapolar sus conclusiones por el tamaño de la muestra que utilizaron. En tres de estos estudios^(18,19,20) se observó que, en la medida en que aumentó el número de casos, disminuyó la capacidad discriminadora de la escala GRACE, la más validada internacionalmente.

Por la importancia del tema se realizó la siguiente investigación con el objetivo de diseñar una escala predictiva para la estratificación del riesgo de muerte hospitalaria en el infarto agudo de miocardio.

Método

Se realizó un estudio analítico de tipo cohorte retrospectiva para la creación y validación interna de la escala de predicción.

Población y muestra

La población de estudio estuvo constituida por los 2058 pacientes ingresados por infarto agudo de miocardio, utilizando los criterios diagnósticos establecidos en el Registro Cubano de Infarto de Miocardio Agudo (RECUIMA),⁽²¹⁾ en el período comprendido entre el 1 de enero de 2018 y el 31 de diciembre de 2020 e incluidos en la base de datos del registro.

Los datos fueron aportados por siete unidades asistenciales del sistema nacional de salud, provenientes de seis provincias del país: Hospital General Docente “Dr. Ernesto Guevara de la Serna” (Las Tunas), Hospital General Docente “Camilo Cienfuegos Gorriarán” (Sancti Spiritus), Hospital General Docente “Salvador Allende” (La Habana), Hospital General Docente “Mártires del 9 de Abril” (Villa Clara), Hospital General Docente “Manuel Asuncion Domenech” (Camagüey), Hospital Clínico Quirúrgico “Hermanos Ameijeiras” (La Habana) y el Hospital Universitario “Vladimir Ilich Lenin” (Holguín).

Para la organización de los datos se utilizó el tipo de estudio 2b, en función de la creación y validación de los modelos de predicción, según la guía TRIPOD (*Transparent Reporting of a multivariable prediction model for Individual Prognosis Or Diagnosis*).⁽²²⁾ En la guía TRIPOD se recomienda que los datos se dividan de forma no sistemática en dos grupos (en este caso por tiempo de recogida): la cohorte A, incluye pacientes ingresados con IAM, a partir de los cuales se desarrolla el modelo y la escala (cohorte de derivación) durante el período comprendido entre el 1 de enero de 2018 y el 31 de diciembre de 2019 y la cohorte B con pacientes ingresados desde 1 de enero al 31 de diciembre de 2020, la cual contribuyó a la evaluación de su rendimiento predictivo o validación interna (cohorte de validación). En esta publicación solo se describe el proceso de la creación de la escala, a partir de los datos de la cohorte A.

Como la población de estudio (pacientes con infarto) es una población infinita, el cálculo del número de casos necesarios para que la muestra fuera significativa en la cohorte A se realizó, a partir de la siguiente fórmula:⁽²³⁾

$$n = Z^2 pq / e^2$$

Donde n es el total de pacientes para que la muestra sea significativa, $Z = 2,58$ para un nivel de confianza de 99 %, con

un máximo error permisible del 4 % ($e = 0,04$) y el valor de p y q de las probabilidades = 0,5 cada uno, lo que da un valor de n de 1040 pacientes.

Para la definición de la muestra a utilizar se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de inclusión: pacientes cubanos mayores de 18 años, presentes en la base de datos del RECUIMA por cumplir con los criterios diagnósticos de IAM; pacientes con IAM con elevación y sin elevación del segmento ST, con inicio de los síntomas sugestivos de isquemia miocárdica de menos de 24 horas, en relación con el ingreso y estadía hospitalaria de más de 24 horas.

Los criterios de exclusión fueron: pacientes con presencia de bloqueo completo de rama izquierda nuevo o presumiblemente nuevo; aquellos a los que no se les pudo recoger todas las variables del estudio; con cirugías no cardíacas en las últimas 24 horas, previas al diagnóstico del IAM; pacientes con infarto relacionado con procedimientos de intervencionismo coronario percutáneo y los que, durante el ingreso, se transfieren a otra institución de salud y se desconozca su estado al egreso. La decisión de excluir a los pacientes con presencia de bloqueo completo de la rama izquierda nuevo o presumiblemente nuevo se realizó con el objetivo de evitar posibles sesgos de selección, al considerar que la guía de manejo del infarto con elevación del segmento ST⁽¹³⁾ recomienda que su presencia por sí sola no es sinónimo de infarto agudo.

El flujograma para la selección de la muestra en toda la investigación se muestra en el anexo 1.

Las variables utilizadas se definen en las bases metodológicas del RECUIMA, publicadas en la *Revista Cubana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular*,⁽²¹⁾ las cuales fueron transferidas al *Statistical Package for Social Science* (SPSS, versión 24, IBM, Armond, New York) para mejor uso y manejo de la base de datos.

Análisis estadístico

Las variables cualitativas se expresaron como porcentajes y las cuantitativas se expresaron en su media (m) y desviación estándar (DE). La comparación de variables cuantitativas con distribución normal se realizó con la prueba t de *Student* para muestras independientes; en caso contrario, se empleó la prueba no paramétrica U de *Mann-Whitney*. Para comprobar la fortaleza de la asociación entre las variables cualitativas fue seleccionada la prueba no paramétrica J_i al cuadrado de *Pearson* o la prueba de *Fisher*.

Para la obtención de las variables que formaron parte del modelo predictivo se realizó, previamente, un análisis bivariado con la variable dependiente “estado al egreso” (1-fallecido, 0-vivo) en el cual se incluyeron 24 posibles predictores, obtenidos del consenso del equipo de investigación, luego de realizar una revisión sistemática de artículos potencialmente relevantes acerca de los factores predictores de muerte hospitalaria en pacientes con infarto. Con los resultados del análisis bivariado y el razonamiento clínico realizado se definieron 17 potenciales predictores que se incluyeron en el modelo de regresión logística multivariable. Para la eliminación de variables, se consideró la magnitud de los coeficientes de regresión y sus valores de significación, además del estudio de la colinealidad.⁽²⁴⁾

Diseño de la escala

La selección de las variables de la escala (X_i en adelante) se realizó a partir de los predictores del modelo obtenido de la regresión logística binaria multivariada. Para asignar pesos (w_i en adelante) o puntajes a estas variables, se utilizó la variante de redondear al número entero inferior de los coeficientes β correspondientes, obtenidos en el modelo construido previamente.

A partir de los puntajes se define la escala como una combinación lineal de la siguiente manera:

$$\text{Puntaje} = \sum_{i=1}^n w_i X_i,$$

Donde i representa el número de variables incluidas en la escala y w_i se interpreta como el puntaje o peso para la i ésima variable.

Para facilitar el cálculo del valor de la escala correspondiente al riesgo en cada paciente se decidió dicotomizar sus variables. El valor 1 representa la presencia de la característica o atributo asociado a la variable y el 0, su ausencia. Los niveles de riesgo se clasificaron en dos estratos: alto riesgo y bajo riesgo. Se tomó como punto de corte el valor con mayor índice de *Youden* en la valoración de la curva ROC por puntos de corte, de conjunto con el valor de la razón de verosimilitud positiva (RV+) más alta y el valor de razón de verosimilitud negativa (RV-) más cercana a cero.

Si el valor de la escala es mayor o igual que el punto de corte, se consideró riesgo alto. Para confirmar el rendimiento de la escala en el pronóstico de “estado al egreso” se realizó una regresión logística binaria. Se definió nuevamente como variable dependiente “estado al egreso” (1- fallecido, 0-vivo) y como posible factor explicativo o predictor el valor de la escala. El análisis se centró en la significación del estadígrafo de la prueba de *Hosmer-Lemeshow* para su calibración y en el área bajo la curva ROC para su poder de discriminación. Ambos valores se compararon con los del modelo pronóstico. También fue analizado el valor del estadístico R^2 de *Nagelkerke*. Se mostró el coeficiente del término correspondiente a la variable independiente (escala) y su exponencial, que se corresponde con el valor de *odds ratio*, acompañado de su intervalo de confianza.

Para evaluar el rendimiento del modelo se tuvo en cuenta su capacidad de discriminación, a través de la determinación del área bajo la curva (ABC) y la calibración para la que se utilizó la prueba de bondad de ajuste de *Hosmer-Lemeshow*. Un resultado significativo de dicho *test* indica falta de ajuste del modelo. En la tabla 1 se observa cómo se calificó en categorías la capacidad predictiva según el área bajo la curva, esta prueba con un valor de $p > 0,05$.

Tabla 1 – Categorías de la capacidad predictiva según el valor del área bajo la curva

ABC	Calificativo
< 0,50	Mala capacidad predictiva
0,50-0,60	Fallida capacidad de predicción
0,60-0,70	Pobre capacidad predictiva
0,70-0,80	Aceptable capacidad predictiva
0,80-0,90	Buena/ muy buena capacidad predictiva
0,90-1,00	Excelente capacidad predictiva

Fuente: Elaboración propia.

Técnicas y procedimientos

Para el procesamiento de los datos se creó una base de datos en Excel y el análisis estadístico se realizó con SAS 9.1.3. Como medidas de resumen para las variables cualitativas se utilizaron el número y el porcentaje

Para la obtención del dato primario se utilizaron los registros de estadística del área de salud y la revisión de Historias de Salud Familiar e Historias Clínicas Individuales de cada paciente (fuentes secundarias). Además, se realizó entrevistas a pacientes y/o familiares para conocer aspectos relacionados con los factores de riesgo cardiovascular.

Resultados

En el proceso de obtención del modelo predictivo de muerte hospitalaria en pacientes con infarto agudo del miocardio en este estudio se siguieron los aspectos metodológicos descritos previamente. Las variables que formaron parte del modelo predictivo que mostró el mejor rendimiento estadístico se describen a continuación.

Creación de la escala

Teniendo en cuenta que la escala predictiva para la estratificación del riesgo de muerte hospitalaria en el infarto agudo del miocardio (“RECUIMA”, en lo adelante), surge de la base de datos de ese registro multicéntrico, deben considerarse tres momentos importantes: 1) La selección de las variables que van a formar parte; 2) la ponderación de ellas y 3) la determinación del punto de corte a partir del cual se estratificará el riesgo de los pacientes.

Tabla 2 - Variables del modelo predictivo en relación al resultado de la regresión logística multivariable aplicada a la cohorte A de derivación

Variables	B	Sig.	Exp(B)	IC 95 %	
				OR	Inferior Superior
Edad > 70 años	,949	0,003	2,584	1,385	4,820
Tensión arterial sistólica <100 (mmHg)	1,082	0,002	2,951	1,488	5,850
Más de siete derivaciones afectadas	1,387	0,000	4,004	2,254	7,114
KK IV	1,249	0,010	3,488	1,345	9,044
FV-TV	2,990	0,000	19,888	8,480	46,641
BAV alto grado	1,209	0,006	3,352	1,410	7,969
Filtrado glomerular < 60(ml/min)	3,532	0,000	34,193	11,285	103,607
Constant	6,813	0,000	,001		

Leyenda: BAV = bloqueo auriculoventricular; KK = Killip Kimball; FV-TV = fibrilación ventricular-taquicardia.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 2 se observan las variables que formaron parte del modelo predictivo y se corresponden con las que integrarán la escala. Para la ponderación de las variables se empleó el valor del coeficiente beta (B) de cada una de las variables, tal y como se observan los valores en la tabla 2. En el caso de la edad mayor de 70 años, se decidió ponderar con 1 punto. El resto se redondeó al valor entero inferior, es decir, tensión arterial sistólica menor de 100mmHg (1 punto), más de siete derivaciones afectadas (1 punto), KK - IV (1 punto), FV - TV (2 puntos), BAV alto grado (1 punto) y filtrado glomerular < 60 ml/min (3 puntos); por lo que el rango posible de la escala sería de 0-10 puntos.

En esta investigación se tomó como punto de corte óptimo a nivel de 3.5 del puntaje de la escala, el cual coincidió con el valor con mayor índice de *Youden* (0.680) en la valoración de la curva ROC, por puntos de corte de conjunto con el valor de la razón de verosimilitud positiva (RV +) más alta (3,652) y el valor de razón de verosimilitud negativa (RV -) más cercana a cero (0,249), tal como se puede ver en la tabla 3.

Tabla 3 - Características estadísticas de la determinación del punto de corte, utilizando índice de *Youden* de conjunto con el valor de la razón de verosimilitud

Escala	Punto de corte	Índice de Youden	RV +	RV -	Sensibilidad	Especificidad
RECUIMA	3,5	0,680	3,652	0,249	0,936	0,744

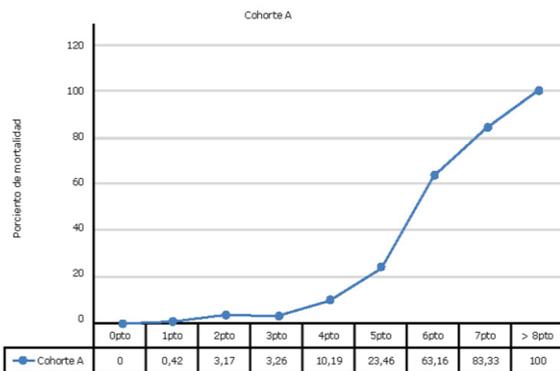
Leyenda: RV + = razón de verosimilitud positiva; RV - = razón de verosimilitud negativa.

Fuente: Elaboración propia.

En ese punto de corte óptimo (3,5) es donde se maximiza el índice de *Youden* y se minimizan los errores; se logra la mejor relación entre la sensibilidad/especificidad del modelo. Se consideró que el valor de la escala por encima del punto de corte, es de "alto riesgo".

De esta manera quedó definido que la escala RECUIMA para la estratificación de riesgo de mortalidad por IAM utilizará dos estratos, uno de "bajo riesgo", si la puntuación es menor de cuatro puntos y una de "alto riesgo" si es puntuación es mayor o igual a cuatro puntos.

En la figura 1 se observa la relación entre el puntaje de riesgo de la escala RECUIMA creada y la mortalidad hospitalaria por IAM, observada en la muestra de derivación (cohorte A). Se evidencia que, en la medida en que aumenta el puntaje de la escala, se incrementa el porcentaje de pacientes fallecidos por IAM. En la cohorte de derivación no existió ningún paciente que alcanzara el puntaje máximo (10 puntos) de la escala.



Fuente: Elaboración propia.

Fig. 1 – Relación entre el puntaje de riesgo de la escala RECUIMA creada y la mortalidad hospitalaria por IAM, observada en la cohorte de derivación.

En la tabla 4 se observa que, al analizar el resultado de la regresión logística binaria simple, en la que la variable dependiente es la mortalidad hospitalaria por infarto y como variable explicativa se incluyó el valor de la escala, la estimación del coeficiente (OR 3,442; IC95 %, 2,740-4,324) revela que, por cada punto incrementado en la escala, es tres veces mayor la probabilidad de fallecer por IAM, con una precisión bastante estrecha. Estos elementos favorecen la idea

de que, teóricamente, la escala revela un pronóstico con cierta confiabilidad.

Tabla 4 - Regresión logística binaria simple como variable explicativa del valor de la escala RECUIMA.

	B	Sig.	Exp(B)	IC 95%	
				Inferior	Superior
Paso 1 Escala RECUIMA	1,236	0,000	3,442	2,740	4,324
Constant	-7,109	0,000	,001		

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 5 se observa la comparación de la capacidad discriminativa y la calibración entre la escala RECUIMA creada y la del modelo predictivo que le dio origen. En relación con la capacidad discriminativa, no se observan diferencias significativas entre ambos, con un área bajo la curva (ABC) de 0,928 en la escala creada, con intervalos de confianza bastante estrechos y de 0,932 del modelo de predicción de origen, en ambos casos. Lo anterior evidencia la excelente capacidad predictiva. En ambos casos, el valor del estadígrafo del *Hosmer-Lemeshow* revela una buena calibración.

Tabla 5 - Comparación de la discriminación y la calibración entre escala RECUIMA creada y modelo predictivo que le dio origen

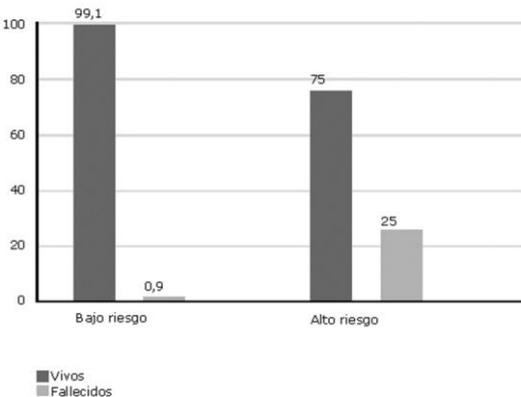
Leyenda: ABC = área bajo la curva; IC = intervalo de confianza.

Variable	Discriminación			Calibración	
	ABC	IC 95 %	p	Ji al cuadrado	p
RECUIMA	0,928	0,905 - 0,950	< 0,001	1,097	0,778
Modelo predictivo	0,932	0,909 - 0,954	< 0,001	3,128	0,680

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2 se observa la relación entre las categorías de la escala RECUIMA aplicada a la cohorte de derivación (A) y el estado al egreso. Solo el 0,9 % de los pacientes de bajo riesgo fallecieron. Se puede observar que, de los 94 pacientes fallecidos, 88 se clasificaron de "alto riesgo", según los indicadores de la escala. La asociación entre la escala ordinal y el estado al egresar en la cohorte A, evaluada mediante la prueba de *ji* al cuadrado (= 163,6), resultó significativa con una *p* < de 0,01. El coeficiente *Tau de Kendall* en 0,397 representa que existe una asociación entre las categorías que estratifican la escala y el estado al egreso (*p* < 0,001).

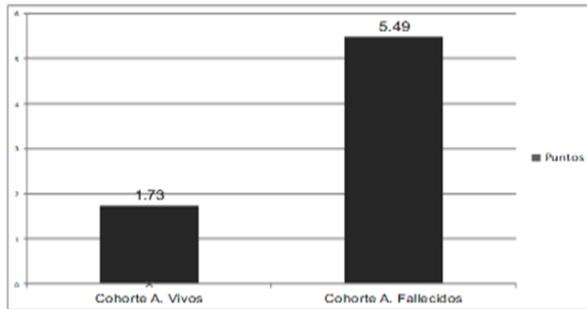
Nota al pie: *Tau de Kendall* = 0,397; *ji* al cuadrado = 163,6 *p* < 0,001



Fuente: Elaboración propia.

Fig. 2 – Relación entre las categorías de la escala RECUIMA y el estado al egreso en la cohorte de derivación.

En la figura 3 se observa el promedio de las puntuaciones utilizando la escala RECUIMA en la cohorte de derivación y su relación con el estado al egreso. Se comprueba que el promedio de los puntajes, al aplicar la escala RECUIMA, es significativamente diferente y superior en los pacientes fallecidos, en relación con los puntajes promedios de los pacientes vivos (5,49 vs. 1,73, $p < 0,001$). Se utilizó el *test* de comparación de medias para muestras independientes, al evaluar el estadígrafo *t* de Student.



Fuente: Elaboración propia.

Fig. 3 – Promedio de las puntuaciones dadas a los pacientes, según la escala RECUIMA y el estado al egreso.

En la tabla 6 se muestran algunos parámetros de interés en relación con el rendimiento de la escala creada. La sensibilidad en un 93,6 % y la especificidad en un 71,6 % son valores adecuados. El valor predictivo negativo fue de 99,1 %, lo cual fue excelente. El valor predictivo positivo fue 25,0 %. El coeficiente de verosimilitud positivo fue de 3,3 y el negativo estuvo en 0,09. La exactitud global de la escala estuvo en un 73,6 %.

Tabla 6 - Parámetros del rendimiento de la escala RECUIMA creada, al aplicarla en la cohorte de derivación

Parámetros	Cohorte A
Sensibilidad	93,6 %
Especificidad	71,6 %
Valor predictivo positivo	25,0 %
Valor predictivo negativo	99,1 %
Porcentaje falsos negativos	6,4 %
Porcentaje falsos positivos	28,4 %
Coefficiente de verosimilitud positiva	3,3
Coefficiente de verosimilitud negativa	0,09
Exactitud	73,6 %

Fuente: Elaboración propia.

Discusión

Los estudios de modelos de predicción se pueden dividir en cinco categorías: estudios para determinar predictores pronósticos o diagnósticos, estudios de desarrollo de modelos de predicción sin validación externa, estudios de desarrollo de modelos de predicción con validación externa, estudios de validación de modelos de predicción y estudios del impacto de los modelos. En este artículo se reflejan los aspectos fundamentales de la creación de la escala RECUIMA y, en próximos artículos, se publicarán los aspectos esenciales de su validación interna y externa.⁽²²⁾

La estratificación de riesgo en el contexto del infarto agudo de miocardio resulta fundamental para la toma de decisiones. Su importancia es tal que, en las guías de práctica clínica^(11,12,13) de las principales sociedades de cardiología algunos puntajes de riesgo figuran como una herramienta, incluso, para guiar el tratamiento invasivo *versus* el conservador en el caso de los SCA sin elevación del segmento ST. En los países de altos ingresos la decisión del tratamiento de los pacientes con infarto con elevación del segmento ST no suele tomarse mediante el uso de las escalas, ya que la reperfusión de emergencia es el procedimiento de primera línea para todos los casos. Esto no resulta accesible de forma permanente en la mayoría de los países de bajo/medianos ingresos, de ahí la necesidad de contar con una escala adaptada a las características de los pacientes y los sistemas sanitarios de cada país, teniendo en cuenta que su aplicabilidad fuera del ambiente donde fueron creadas puede ser cuestionable.

La escala RECUIMA se confeccionó a partir de la base de datos del *Registro Cubano de Infarto de Miocardio Agudo*, registro multicéntrico que involucra siete centros asistenciales de seis provincias del país e incluye pacientes de la práctica clínica asistencial; se adapta a las características y el sistema de atención nacional de los pacientes cubanos infartados.

Fox y otros⁽⁶⁾ y *Cooney* y otros⁽⁷⁾ consideran que las escalas confeccionadas a través de registros multicéntricos de pacientes de la práctica clínica real han demostrado ser más eficaces que aquellas creadas mediante ensayos clínicos aleatorizados y las que emplean datos de un solo centro. La escala *Grace* constituye un ejemplo de una elevada capacidad predictiva, pues, luego de obtenerse el registro multicéntrico, ha sido validada en varios países. Sin embargo, según estudios realizados, la escala *Grace* no evidencia resultados favorables en su uso en Cuba. Debe destacarse, no obstante, que estos estudios no se han realizado en una muestra lo suficientemente grande como para realizar conclusiones acerca de su validez o no en la población cubana.

Un estudio reciente⁽²⁷⁾ que tiene en cuenta una muestra de 430 pacientes con IAM mostró una pobre capacidad predictiva de la misma (ABC 0,662). En tres estudios consultados, realizados en Villa Clara y Las Tunas,^(18,19,20) se observó que, en la medida en que aumentó el número de casos en las respectivas muestras de estudio de esas investigaciones, disminuyó la capacidad discriminadora de la escala *Grace*.

Las características socio-demográficas de las poblaciones en las que se crea la escala, los factores de riesgo que predominan y la organización de los sistemas de salud y su accesibilidad, a partir de las particularidades económicas de cada región, pueden influir en las variables predictoras de la mortalidad. Al examinar la mayoría de las escalas existentes en el mundo para la predicción de la mortalidad hospitalaria, destaca que se han utilizado decenas de variables, algunas de las cuales difíciles e imposibles de determinar en países de bajos/medianos ingresos como Cuba. Algunas de las empleadas han sido la determinación de biomarcadores específicos como las troponinas y el conocimiento de las características de la anatomía de las arterias coronarias. Es importante que las variables de las escalas se adapten a las condiciones asistenciales de cada país, sean fáciles de determinar y evaluar en la cama del paciente en las primeras horas de su ingreso. En este caso, la totalidad de las variables que formaron parte de la

escala RECUIMA cumple con estas características.

Se realizó una revisión de 16 escalas de predicción para muerte hospitalaria en pacientes con infarto agudo de miocardio creadas a nivel internacional. El promedio de predictores incluidos en las escalas de predicción fue de siete con un rango de entre cuatro y 13 predictores. De las variables que están comprendidas en la escala RECUIMA, el KK IV, la edad y la tensión arterial sistólica al ingreso fueron las que estuvieron presentes en la mayoría de dichas escalas, con un 81,3 %, 75,0 % y 56,3 %, respectivamente.

La presencia de variables que miden la función renal y explorar alteraciones electrocardiográficas también fueron frecuentes entre las que forman parte de las escalas revisadas. En el 56,3 % de ellas existía una variable que mide la función renal; la más frecuente fue el valor de creatinina y el filtrado glomerular. En el 50 % de las escalas consultadas, al menos una de las variables tenía relación con alteraciones electrocardiográficas. Sin embargo, en ninguna de ellas estuvo presente las alteraciones del segmento ST en siete o más derivaciones. En el 25 % de las escalas consultadas las complicaciones del IAM formaron parte de estas, en una de ellas se hace mención a la presencia de arritmias como una de las variables predictoras.

Existen varias formas de crear escalas de predicción de riesgo. En esta investigación se utilizó el tipo de estudio 2b para la organización de los datos, el desarrollo y la validación interna de los modelos de predicción, según la guía TRIPOD.⁽²²⁾ En esta se recomienda que los datos se dividan de forma no sistemática (en este caso por tiempo de recogida) en dos cohortes, una para la creación de la escala y la otra para evaluar su rendimiento predictivo o validación interna.

Otros estudios de derivación han utilizado una sola cohorte, la cual subdividen en el 60 - 70 % que permite obtener la escala y el por ciento restante se emplea para realizar de la validación interna. En este caso, la cohorte que se utilizó para la creación de la escala, contaba con un número superior a la muestra mínima necesaria para que fuera significativa.

Desde el punto de vista estadístico existen varias formas de realizar la ponderación de las variables para formar la escala de predicción. Varios autores escogen el valor de la exponencial beta por coincidir con los *odds ratio* para determinarlo; otros, como en este estudio, utilizan el valor de la beta del modelo de predicción, redondeando al número entero inferior. En otros estudios se han utilizado otras formas de redondeo.^(24,27,28)

Álvarez Aliaga y otros⁽²⁹⁾ expresan que otra forma de realizar la ponderación sería utilizar, para mayor exactitud, los coeficientes de regresión, que son preferibles para tomar como «peso» para cada ítem; sin embargo, su número decimal y pequeño obliga a amplificarlo, al multiplicar por diez y aproximarlos a números enteros.

Después de realizar la ponderación de las variables que conforman la escala el próximo paso fue determinar el punto de corte óptimo para definir un grupo de riesgo elevado frente a un grupo de riesgo bajo. Existen diversas maneras de determinar un valor de corte óptimo; dentro de las más usadas se encuentra un enfoque basado en los datos que aporta la

curva ROC (*receiver operating characteristic*) y la otra un enfoque basado en análisis de decisión, tomando el contexto clínico como punto de partida.^(24,30,31)

En este estudio se optó por determinar el punto de corte óptimo mediante el enfoque en los datos que aporta la curva ROC para lo cual es esencial la determinación del índice de Youden (IY), el cual se define como el valor de la (sensibilidad + especificidad - 1). Analizando la curva ROC, el IY es máximo en el ángulo superior izquierdo de la curva, teniendo en cuenta que esta es cóncava y que el modelo de predicción está bien calibrado, como se definió anteriormente.

El punto de corte óptimo encontrado en esta investigación (3,5 puntos) coincide con el puntaje donde se logra la mejor relación entre sensibilidad/especificidad del modelo. Por tal motivo, se consideró que el valor de la escala por encima del punto de corte es el “alto riesgo”. De esta manera quedó definido que la escala RECUIMA para la estratificación de riesgo de muerte por infarto utilizará dos estratos, uno de “bajo riesgo”, si la puntuación es menor de cuatro puntos y una de “alto riesgo”, si esa puntuación es mayor o igual a cuatro puntos.

Un elemento central en el proceso de crear y validar una escala de predicción es su evaluación en cuanto al rendimiento. Dentro de las medidas que más se han usado están las de calibración y de discriminación.^(24,32)

La calibración es una medida que expresa la concordancia entre los resultados observados y las predicciones del modelo. La prueba que más se utiliza para evaluar la calibración es la de *Hosmer-Lemeshow*. La discriminación es la capacidad del modelo de asignar el resultado correcto a un par de sujetos seleccionados al azar; en otras palabras, permite al modelo clasificar a los sujetos en un contexto de criterio de valoración con predicción binario. El área bajo la curva (ABC) es la medida de discriminación más frecuentemente utilizada para modelos de error normal y resultado binario. Los valores obtenidos en la escala creada muestran una excelente discriminación con un buen ajuste del modelo. Ambos elementos deben seguir siendo evaluados en las validaciones que necesita la escala, pues existen varios estudios que muestran que las escalas que funcionan bien dentro de las cohortes que le dan origen no lo hacen lo suficiente, al utilizarlas en otras poblaciones.

El valor del ABC de la escala RECUIMA alcanzado evidencia una capacidad discriminativa excelente. El *ACTION-GWTG score*^(33,34) en la cohorte de derivación del 2011 obtuvo un ABC de 0,85, mientras que cuando se volvió a redefinir esta escala en el 2016, presentó un ABC de 0,88; esta se incrementó al variar algunas de las variables que formaron parte de la escala.

El GRACE⁽⁸⁾ presentó un ABC de 0,86 en la cohorte de derivación. Otras escalas creadas para la mortalidad hospitalaria como la del *Laboratory stratification model*⁽³⁵⁾ (ABC 0,810), la *ProACS risk score*⁽³⁶⁾ (ABC 0,796) y la de *Canada acute coronary syndrome risk score*⁽³⁷⁾ (ABC 0,790) mostraron valores algo más inferiores. Es importante señalar que, excepto la población de estudio de la escala *Laboratory stratification model* que fue bastante similar a la utilizada en este trabajo en cuanto a número de pacientes, el resto es mucho más amplia y en muchos casos como el del

ACTION-GWTG score y la escala GRACE con población muy diversa, aportada desde muchos hospitales, lo cual robustece los resultados alcanzados en esos estudios.

Ochoa Sangrador⁽³⁸⁾ plantea que es habitual que los estimadores de validez obtenidos en los estudios de validación sean diferentes y habitualmente más discretos que los obtenidos en la fase de diseño de la escala. Sin embargo, plantea que una gran discordancia entre los estos sugiere una escasa reproducibilidad del modelo predictivo.

Es importante conocer la capacidad que tiene el instrumento creado para medir el constructo para el cual fue diseñado. En este estudio existen elementos que son alentadores. La escala presentó buena sensibilidad y especificidad, con un valor predictivo negativo (VPN) excelente. El valor predictivo positivo (VPP) fue de un 25 %. Es necesario saber que ambos índices (VPN y VPP) evalúan el comportamiento de la escala en una determinada población y que está influenciada por la prevalencia de la variable que se está midiendo en el *test*.

En este tipo de escalas de predicción de mortalidad se pretende que el *test* sea lo más sensible posible, teniendo en cuenta que la variable que se está midiendo es la muerte. Por tal motivo, estas escalas implican que, cuando se clasifique el paciente de alto riesgo, no se puede asegurar que al final ocurra la muerte. En este caso estos pacientes están recogidos en los falsos positivos. El hecho que el coeficiente de verosimilitud positivo se encuentre en 3,3 indica que hay 3,3 veces más probabilidad de que el paciente fallezca, en aquellos casos clasificados como de alto riesgo, que en los pacientes clasificados como de bajo riesgo por la escala. La presencia de un coeficiente de verosimilitud en 0,09 indica que la escala tiene una utilidad altamente relevante para que, cuando clasifique a un paciente de bajo riesgo, este no vaya a fallecer.^(39,40)

Los resultados alcanzados en este artículo sustentan la necesidad de continuar con los estudios de validaciones pertinentes, tanto interna como externa, los cuales serán publicados en otros trabajos científicos.

Conclusiones

La escala RECUIMA creada consta de siete variables, fáciles de obtener en la cabecera del paciente (edad > 70 años, tensión arterial sistólica < 100 mmHg, filtrado glomerular < 60 ml/min, más de siete derivaciones afectadas del electrocardiograma, KK IV, la presencia de FV-TV y de BAV alto grado)

Al aplicar la escala, los pacientes se pueden clasificar en dos estratos: bajo riesgo, si se obtiene un puntaje menor de cuatro puntos y alto riesgo con un puntaje \geq cuatro puntos, con incremento del por ciento de la mortalidad en la medida que se aumenta el puntaje.

La escala RECUIMA mostró la excelente capacidad discriminativa con buena calibración, buena capacidad para medir el constructo al que va dirigido y para lo cual fue diseñada; por lo que se recomienda realizar la validación interna y externa para comprobar su validez.

Referencias bibliográficas

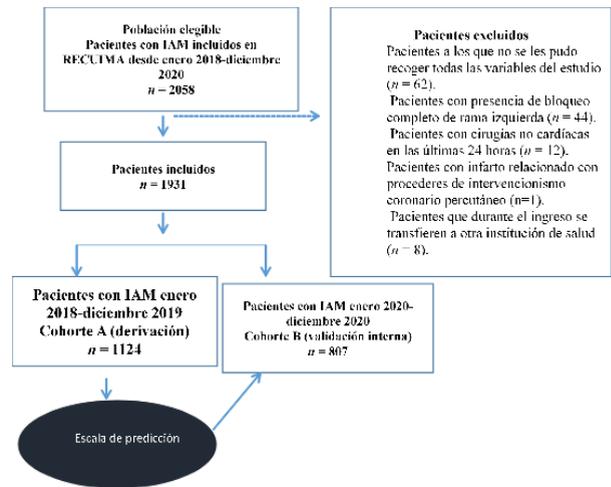
1. Isaza Jaramillo S, Jaimes Barragán F. Ronda clínica y epidemiológica: aproximación a los modelos de predicción clínica. *Iatreia*. 2017;30(1):92-9. DOI: <https://doi.org/10.17533/udea.iatreia.v30n1a10>
2. Hemingway H, Croft P, Perel P, Hayden JA, Abrams K, Timmis A, *et al*. Prognosis research strategy (PROGRESS) 1: a framework for researching clinical outcomes. *BMJ*. 2013 [acceso14/05/2020];346(10):[e5595]. Disponible en: <http://www.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bmj.e5595>
3. De Winter R. Estrategias de tratamiento y estratificación del riesgo en los síndromes coronarios agudos: ¿cómo identificar a los pacientes que se pueden beneficiar de un abordaje invasivo temprano? *Rev Esp Cardiol*. 2010;63(8):888-9. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0300-8932\(10\)70199-8](https://doi.org/10.1016/S0300-8932(10)70199-8)
4. Castro Domínguez Y, Dharmarajan K, McNamara RL. Predicting death after acute myocardial infarction. *Trends Cardiovasc Med*. 2018;28(2):102-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tcm.2017.07.011>
5. Bohula EA, Morrow DA. Infarto de miocardio con elevación del ST: tratamiento. 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.1123-72
6. Fox KA, Langrish JP. Estratificación del riesgo en los síndromes coronarios agudos. *Rev Esp Cardiol*. 2010;63(6):629-32. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0300-8932\(10\)70153-6](https://doi.org/10.1016/S0300-8932(10)70153-6)
7. Chan Pin Yin D, Azzahhi J, James S. Risk assessment using risk score in patients with acute coronary syndrome. *J. Clin. Med*. 2020;9(9):3039. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm9093039>
8. Fox KA, Dabbous OH, Goldberg RJ, Pieper KS, Eagle KA, Van der Werf F, *et al*. Prediction of risk of death and myocardial infarction in the six months after presentation with acute coronary syndrome: prospective multinational observational study (GRACE). *BMJ*. 2006; 333(7578):1-6. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmj.38985.646481.55>
9. Moady G, Iakobishvili Z, Beigel R, Shlomo N, Matetzky S, Zahger D, *et al*. The predictive value of low admission hemoglobin over the GRACE score in patients with acute coronary syndrome. *J Cardiol*. 2019;73:271-5. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jicc.2018.10.006>
10. Van Toorenburg M, Van den Berg VJ, Van der Ploeg T, Heestermans AA, Dirksen MT, Hautvast RW, *et al*. Addition of routinely measured blood biomarkers significantly improves GRACE risk stratification in patients with myocardial infarction. *Int J Cardiol*. 2018;273:37-42. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2018.07.100>
11. Collet JP, Thiele H, Barbato E, Barthelmy O, Bauersachs J, Bhatt DL, *et al*. Guía ESC 2020 sobre el diagnóstico y tratamiento del síndrome coronario agudo sin elevación del segmento ST. *Rev Esp Cardiol*. 2021;74(6):e1-544.e73. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2020.12.024>
12. Roffi M, Patrono C, Collet JP, Mueller C, Valgimigli M, Andreotti F, *et al*. 2015 ESC Guidelines for the management of acute coronary

- syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation: Task Force for the Management of Acute Coronary Syndromes in Patients Presenting without Persistent ST-Segment Elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*. 2016;37(3):267-315. DOI: <http://doi.org/10.1093/eurheartj/ehv320>
13. 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). *Eur Heart J*. 2018;39(2):119-77. DOI: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx393>
14. Nascimento BR, Caldeira LC, Marino BC, Passaglia LG, Ribeiro AL. Implementing myocardial infarction systems of care in low/middle-income countries. *Heart*. 2019;105:20-6. DOI: <https://dx.doi.org/10.1136/heartjnl-2018-313398>
15. Burgos LM, Garmendia CM, Giordanino EF, Godoy Armando CL, Cigalini IM, García Zamora S. Validación y comparación de dos modelos de estratificación de riesgo en infarto de miocardio con elevación del segmento ST. *Rev argent cardiol*. 2019;87(2):118-24. DOI: <https://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v87.i2.13339>
16. Shimony A, Grandi SM, Pilote L, Joseph L, O'Loughlin J, Paradis G, *et al*. Utilization of evidence-based therapy for acute coronary syndrome in high-income and low/middle-income countries. *Am J Cardiol*. 2014;113(5):793-7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2013.11.024>
17. Rodríguez Jiménez AE, Negrín Valdés T, Cruz Inerarity H, Castellano Gallo LA, Chávez González E. Prognostic scale to stratify risk of in-hospital death in patients with acute myocardial infarction with ST-segment elevation. *MEDICC Review*. 2020;22(3):46-53. DOI: <https://doi.org/10.37757/MR2020.V22.N3.10>
18. Cordero Sandoval Q, Ramírez Gómez JI, Moreno-Martínez FL, González Alfonso O. Valor predictivo de algunos modelos de estratificación de riesgo en pacientes con infarto agudo de miocardio con elevación del ST. *CorSalud*. 2013 [acceso 14/10/2020];5(1):57-71. Disponible en: <http://www.corsalud.sld.cu/sumario/2013/v5n1a13/estratificacion.html>
19. Rizo GO, Ramírez JI, Pérez D, Novo L, Acosta F, Cordero Q, *et al*. Valor predictivo de muerte y complicaciones intrahospitalarias de los modelos de estratificación de riesgo en pacientes con infarto miocárdico agudo. *Rev Fed Arg Cardiol*. 2011 [acceso 14/10/2020];40(1):57-64. Disponible en: <https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=74902>
20. Santos Medina M, Valera Sales A, Ojeda Riquenes Y, Pardo Pérez L. Validación del score GRACE como predictor de riesgo tras un infarto agudo de miocardio. *Rev Cubana Cardiol Cir Cardiovasc*. 2015 [acceso 14/10/2020];21(2). Disponible en: http://www.revcardiologia.sld.cu/index.php/revcardiologia/article/view/578/html_4
21. Santos Medina M, Rodríguez Ramos M, Prohías Martínez JA, Ochoa Montes LA, Dueñas Herrera A, De Lara Abad J. Bases metodológicas del registro cubano de infarto agudo del miocardio: de la utopía a la realidad. *Rev Cubana Cardiol Cir Cardiovasc*. 2018 [acceso 01/03/2020]; 24(2):4-10. Disponible en: <http://revcardiologia.sld.cu/index.php/revcardiologia/article/view/741>
22. Moons K, Altman D, Reitsma JB, Loannidis JP, 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(1):W1-W73. DOI: <https://doi.org/10.7326/M14-0698>
23. Gamboa Graus ME. Estadística aplicada a la investigación educativa. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. 2018 [acceso 14/10/2020];5(2):1-32. Disponible en: <http://www.dilemascontemporaneoseduccionpoliticaivalores.com/index.php/dilemas/article/view/427/443>
24. De Jong VM, Eijkemans MJ, Van Calster B, Timmerman D, Moons KG, Steyerberg EW, *et al*. Sample size considerations and predictive performance of multinomial logistic prediction models. *Statist Med*. 2019;38(9):1601-19. DOI: <https://doi.org/10.1002/sim.8063>
25. Steyerberg EW, Van Calster B, Pencina MJ. Medidas del rendimiento de modelos de predicción y marcadores pronósticos: evaluación de las predicciones y clasificaciones. *Rev Esp Cardiol*. 2011;64(9):788-94. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2011.04.017>
26. 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. *CorSalud*. 2021 [acceso 12/12/2020];13(3). Disponible en: <http://www.revcorsalud.sld.cu/index.php/cors/article/view/816/1366>
27. Bermúdez Yera GJ, Barreto Fiu EE, Chaljub Bravo E, López de la Cruz Y, Naranjo Ugalde AM, Rabassa López-Calleja MA, *et al*. Diseño y validación de la escala pronóstica cubana PREDICMED para estratificar el riesgo de mediastinitis postoperatoria. *CorSalud*. 2020 [acceso 12/12/2020];12(4):392-401. Disponible en: <http://www.revcorsalud.sld.cu/index.php/cors/article/view/734>
28. Domínguez González EJ, Pina Prieto LR, Cisneros Domínguez CM, Romero García LI. Escala predictiva de mortalidad en la oclusión intestinal mecánica. *Revista Cubana Cirugía*. 2015 [acceso 14/10/2020];54(2):129-39. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/cir/v54n2/ciro5215.pdf>
29. Álvarez Aliaga A, Gómez M, del Rosario L, Bárzaga Morell S, Quesada Vázquez AJ, Baldoquín Rojas GDR. Diseño y validación de un índice pronóstico de muerte de la neumonía adquirida en la comunidad. *Revista Cubana de Medicina*. 2016 [acceso 12/12/2020]; 55(2):114-29. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/med/v55n2/medo3216.pdf>
30. Vizcaíno Salazar GJ. Importancia del cálculo de la sensibilidad, la especificidad y otros parámetros estadísticos en el uso de las pruebas de diagnóstico clínico y de laboratorio. *Med Lab*. 2017;23(7-8):365-386. DOI: <https://doi.org/10.36384/01232576.34>

31. Torregroza Diazgranados EJ. Pruebas diagnósticas: fundamentos de los estudios diagnósticos, evaluación de la validez e interpretación clínica de los resultados. Rev Colomb Cir. 2021;36(2):193-204. DOI: <https://doi.org/10.30944/20117582.716>
32. Núñez E, Steyerberg EW, Núñez J. Estrategias para la elaboración de modelos estadísticos de regresión. Rev Esp Cardiol. 2011;64(6):501-7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2011.01.019>
33. Chin CT, Chen AY, Wang TY, Wang TY, Alexander KP, Mathews R, et al. Risk adjustment for in-hospital mortality of contemporary patients with acute myocardial infarction: The Acute Coronary Treatment and Intervention Outcomes Network (ACTION) Registry®—Get With The Guidelines (GWTG)[™] acute myocardial infarction mortality model and risk score. Am Heart J. 2011;161(1):113-22. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.ahj.2010.10.004>
34. McNamara RL, Kennedy KF, Cohen DJ, Diercks DB, Moscucci M, Ramee S, et al. Predicting In-Hospital Mortality in Patients with Acute Myocardial Infarction. J Am Coll Cardiol. 2016;68(6):626-35. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2016.05.049>
35. Yanishi K, Nakamura T, Nakanishi N, Yokota I, Zen K, Yamano T, et al. A Simple Risk Stratification Model for ST-Elevation Myocardial Infarction (STEMI) from the Combination of Blood Examination Variables: Acute Myocardial Infarction-Kyoto Multi-Center Risk Study Group. PLoS One. 2016;11(11):1-14. DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0166391>
36. Timoteo AT, Aguiar Rosa S, Alfonso Nogueira M, Belo A, Cruz Ferreira R. ProACS risk score: An early and simple score for risk stratification of patients with acute coronary syndromes. Rev Port Cardiol. 2017;36(2):77-83. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.repc.2016.05.010>
37. Huynh T, Kouz S, Yan A, Danchin N, Loughlin J, Schampaert E, et al. Canada Acute Coronary Syndrome Risk Score: a new risk score for early prognostication in acute coronary syndromes. Am Heart J. 2013;166(1):58-63. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2013.03.023>
38. Ochoa Sangrador C. Diseño y evaluación de reglas de predicción clínica. Evid Pediatr. 2009 [acceso 12/12/2020];5(1):28. Disponible en: http://www.aepap.org/EvidPediatr/numeros/vol5/2009_numero_1/2009_vol5_numero1.28.htm
39. 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)
40. 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>

Anexos

Anexo 1- Flujograma para la selección de la muestra en la creación de la escala RECUIMA



Anexo 2 - Tabla de contingencia para la interpretación de la validez de las pruebas diagnósticas, según el estándar de referencia y las fórmulas para el cálculo de parámetros

	Enfermedad presente	Enfermedad ausente	
Prueba positiva	a	b	a + b
Prueba negativa	c	d	c + d
	a + c	b + d	
	Sensibilidad	Especificidad	

Valor predictivo positivo: $a/a+b$
 Valor predictivo negativo: $d/c+d$
 Sensibilidad: $a/a+c$
 Especificidad: $d/b+d$
 Porcentaje falsos negativos: $100-\text{sensibilidad}$
 Porcentaje falsos positivos: $100-\text{especificidad}$
 Exactitud: $(a+d)/n$
 Coeficiente verosimilitud +: $(\text{sensibilidad}/1-\text{especificidad})$
 Coeficiente verosimilitud -: $(1-\text{sensibilidad}/\text{especificidad})$

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores

Conceptualización: Maikel Santos Medina.
Curación de datos: Maikel Santos Medina, Miguel Alejandro Rodríguez Ramos.
Análisis formal: Karell Rafael Vázquez Argote.
Supervisión: Ángel Gaspar Obregón Santos, Alberto Rubén Piriz Assa.
Recursos: Maikel Santos Medina, Miguel Alejandro Rodríguez Ramos.
Investigación: Maikel Santos Medina, Ángel Gaspar Obregón Santos.
Metodología: Maikel Santos Medina, Alberto Rubén Piriz Assa, Karell Rafael Vázquez Argote.
Administración del proyecto: Maikel Santos Medina, Miguel Alejandro Rodríguez Ramos.

Redacción – borrador original: Maikel Santos Medina, Ángel Gaspar Obregón Santos.

Redacción – revisión y edición: Maikel Santos Medina, Ángel Gaspar Obregón Santos, Alberto Rubén Piriz Assa.

DIRECCION PARA CORRESPONDENCIA: Maikel Santos Medina, Hospital General Docente “Dr. Ernesto Guevara de la Serna”. Las Tunas, Cuba. E-mail: registrocubanoinfarto@gmail.com



Esta obra está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).