



Validación de un modelo predictivo para la insuficiencia cardíaca en hipertensos

Validation of a predictive model for heart failure in hypertensive patients

Richard Garib Hernández^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-1689-8145>

Diego Ambrosio Nápoles Riaño¹ <https://orcid.org/0000-0001-9904-4879>

Verónica Aleyda Velázquez González¹ <https://orcid.org/0000-0001-6806-384X>

Silvia María Pérez Pérez¹ <https://orcid.org/0000-0003-2381-4958>

Zulma Hechavarría Del Río¹ <https://orcid.org/0000-0003-0318-0388>

¹Universidad de Ciencias Médicas de Holguín. Facultad de Ciencias Médicas “Mariana Grajales Coello”. Holguín, Cuba.

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

RESUMEN

Introducción: La prevalencia internacional de insuficiencia cardíaca en la población adulta se estima entre 1,2 y 5,3 %. Los datos acerca de la enfermedad y su pronóstico distan de ser precisos, elementos que subrayan la importancia de nuevos enfoques investigativos desde la predicción.

Objetivo: Validar un modelo predictivo para la insuficiencia cardíaca en pacientes hipertensos.

Método: Se realizó un estudio de cohorte en pacientes hipertensos, en Holguín, de enero 2022 a diciembre de 2024. El universo fueron 1306 hipertensos, de entre 19 y 65 años, sin diagnóstico de insuficiencia cardíaca. Se seleccionó una muestra de 414 pacientes por un muestreo aleatorio estratificado. La variable dependiente fue la insuficiencia cardíaca y las independientes: edad, sexo, historia familiar de enfermedades cardiovasculares, diabetes mellitus, sobrepeso, colesterol, hábito de fumar y sedentarismo. Se realizó una regresión logística binaria para evaluar el ajuste del modelo



y construir la curva de características operacionales del receptor; la validación se desarrolló a través de la validación cruzada.

Resultados: En el modelo predictivo mostraron influencia significativa 6 variables predictoras. La validación interna del modelo mostró un valor $p > 0,05$ asociado a la prueba de Hosmer y Lemeshow, con un promedio de rendimiento de 91,78 % y del área bajo la curva de características operacionales del receptor de 0,96.

Conclusiones: La validación interna a través de la técnica de validación cruzada evidenció un buen rendimiento del modelo, buena calibración y alta capacidad discriminatoria.

Palabras clave: insuficiencia cardíaca; predicción; supervivencia.

ABSTRACT

Introduction: The international prevalence of heart failure in the adult population is estimated to be between 1.2 and 5.3%. Data on the disease and its prognosis are far from precise, underscoring the importance of new research approaches based on prediction.

Objective: To validate a predictive model for heart failure in hypertensive patients.

Method: A cohort study was conducted in hypertensive patients in Holguín, from January 2022 to December 2024. The sample consisted of 1,306 hypertensive patients, aged 19 to 65, without a diagnosis of heart failure. A sample of 414 patients was selected using stratified random sampling. The dependent variable was heart failure, and the independent variables were age, sex, family history of cardiovascular disease, diabetes mellitus, overweight, cholesterol, smoking habits, and sedentary lifestyle. Binary logistic regression was performed to assess model fit and construct the receiver operating characteristic curve; validation was achieved through cross-validation.

Results: Six predictor variables showed significant influence in the predictive model. Internal validation of the model showed a $p\text{-value} > 0.05$ associated with the Hosmer-Lemeshow test, with an average performance of 91.78% and an area under the receiver operating characteristic curve of 0.96.

Conclusions: Internal validation using the cross-validation technique demonstrated good model performance, good calibration, and high discriminatory capacity.





Keywords: heart failure; forecasting; survivorship.

Recibido: 19/07/2025

Aprobado: 07/01/2026

INTRODUCCIÓN

Las primeras descripciones del corazón aparecen en el papiro de Ebers en 1534 a.n.e., que considera este órgano como centro del sistema sanguíneo; sin embargo, en 1616 fue que William Harvey describió las propiedades de bombeo de este órgano.⁽¹⁾ Según *Hierrezuelo N* y otros,⁽²⁾ no existe una única definición de las enfermedades cardiovasculares. Se estudian como grupo porque comparten factores de riesgo, características y tienen como origen común la arterioesclerosis.

Estas enfermedades representan el 25 % de todas las muertes en el mundo. En Cuba son la principal causa de mortalidad general, con 29 956 fallecimientos en el año 2020 y de 43 052 en 2021; en el transcurso de un año se incrementó el número de fallecidos en 13 096.^(3,4)

Rodríguez N y otros⁽⁵⁾ sostienen que la insuficiencia cardíaca cobra vital importancia en las enfermedades cardiovasculares. Como estadio final de múltiples padecimientos cardiovasculares, exhibe una multicausalidad en la que el 40 % se debe a la cardiopatía hipertensiva; 32 % a la miocardiopatía dilatada; mientras que la cardiopatía isquémica y las valvulopatías son responsables del 12 % y el 11 % respectivamente, de ahí que supone un reto asistencial importante para los profesionales de la salud.

La prevalencia de insuficiencia cardíaca en la población adulta se encuentra entre 1,2 y 5,3 %, con un incremento sostenido desde 1980. Se estima que continúe en ascenso debido al aumento de los factores de riesgo, el envejecimiento poblacional y los avances en el tratamiento. Se pronostica que el 13 % de la población adulta global padezca la enfermedad en el año 2030.⁽⁶⁾



En Cuba existen evidencias de estudios para el riesgo cardiovascular desde la predicción. En Holguín, *Vega J* y otros,⁽⁷⁾ en 2021, desarrollaron un modelo predictivo para el riesgo cardiovascular global, mediante un estudio de cohorte de 10 años. En relación con la insuficiencia cardíaca, múltiples investigaciones abordan elementos predictivos. Autores como *Choque D* y otros⁽⁸⁾ y *Arango R* y otros⁽⁹⁾ muestran en común estimaciones del tiempo, hasta el fallecimiento, en pacientes con la enfermedad y no estudian la probabilidad de aparición de esta.

Del análisis de la literatura científica es posible establecer que la estimación de riesgo cardiovascular, aunque identifica los principales factores de riesgo, estima el riesgo global de padecer la enfermedad en un plazo, nunca menor de 10 años. Este análisis revela debilidades y carencias en la estratificación del riesgo cardiovascular, así como la ausencia de estudios acerca de la probabilidad de determinados pacientes para desarrollar insuficiencia cardíaca. Este riesgo, en pacientes hipertensos, no solo depende del control de la tensión arterial, sino de su asociación con los factores de riesgo cardiovascular más aceptados.

De acuerdo con estos elementos, *Garib R* y otros,⁽³⁾ en 2022, elaboraron un modelo predictivo para la probabilidad de aparición de insuficiencia cardíaca en hipertensos, en un horizonte temporal de 2 años. El objetivo de esta investigación es validar este modelo predictivo para la insuficiencia cardíaca en pacientes hipertensos.

MÉTODOS

Diseño

Se realizó un estudio de cohorte, en hipertensos atendidos en el Policlínico “Julio Grave de Peralta” de Holguín, Cuba, de enero 2022 a diciembre de 2024.

Sujetos

El universo fueron 1306 hipertensos, mayores de 19 años y menores de 65, sin diagnóstico de insuficiencia cardíaca. Para el cálculo del tamaño muestral, se utilizó la fórmula para una proporción poblacional. Se utilizó un diseño muestral aleatorio estratificado, se definieron como





estratos la procedencia urbana o rural de los pacientes y se aplicó un efecto de diseño de 1,5. La muestra fue de 414 pacientes, la selección del número de pacientes en cada estrato se realizó por afijación proporcional; luego se seleccionaron los pacientes por muestreo aleatorio simple, en cada uno de los estratos.

Variables y procedimientos

Se declaró como variable dependiente, la insuficiencia cardíaca. Se definió de modo operacional como variable cualitativa nominal dicotómica, según su ocurrencia o no, durante los 24 meses de seguimiento. Para considerar su presencia o no, se utilizaron los criterios diagnósticos de Framingham.⁽¹⁰⁾

Los criterios mayores fueron: disnea paroxística nocturna, estertores crepitantes, edema agudo de pulmón, cardiomegalia (diagnosticada por radiografía de tórax a distancia de telecardiograma), auscultación de un tercer ruido, ingurgitación yugular y reflujo hepatoyugular.

Los criterios menores fueron: disnea de esfuerzo, edema en los miembros inferiores, derrame pleural (diagnosticado por radiografía de tórax), hepatomegalia, tos nocturna, frecuencia cardíaca mayor que 120 latidos por minuto.

De acuerdo con los criterios se definieron 2 categorías: sin insuficiencia cardíaca; que incluyó a los pacientes con ausencia de criterios diagnósticos, o con un solo criterio mayor o menor, o con insuficiencia cardíaca. En esta última categoría se incluyeron los pacientes con 2 criterios mayores o 1 mayor y 2 menores.

Se incluyeron en el análisis seis variables independientes:

- Edad: se midió a través de una escala de intervalos, a partir de los años cumplidos al momento del inicio del estudio, según el carné de identidad. Se clasificaron los pacientes en 2 grupos: de 19 a 44 años y de 45 a 64 años.
- Historia familiar de enfermedades cardiovasculares: según datos del interrogatorio; se clasificaron los pacientes con historia familiar de enfermedades cardiovasculares en: si tuvieron el antecedente en familiares de primer orden; y pacientes sin historia familiar de enfermedades cardiovasculares, que consideró a los no incluidos en la categoría precedente.





- Diabetes mellitus: según datos del interrogatorio. Se clasificaron con diabetes mellitus a quienes se constató una historia bien documentada de la enfermedad, con tratamiento farmacológico; o sin diabetes mellitus, a los pacientes no incluidos en la categoría precedente.
- Sobrepeso: se definió como el exceso de peso corporal en relación con su altura, a partir del índice de masa corporal (IMC) según la fórmula de Quetelet.⁽¹¹⁾

$$\text{IMC} = \frac{\text{Peso en kg}}{(\text{Talla en metros})^2}$$

Con el valor del IMC se clasificaron los pacientes, según los puntos de corte de la Federación Mundial de Alimentos:⁽¹²⁾ sin sobrepeso, $\text{IMC} < 25$; y con sobrepeso si $\text{IMC} \geq 25$.

- Colesterol en sangre: según los valores de colesterol total, de acuerdo con los criterios de la Asociación Americana del Corazón.⁽¹³⁾ Se clasificaron los pacientes con colesterol deseable $\leq 5,17$ mmol/L (200 mg/dl); y de riesgo $> 5,17$ mmol/L.
- Sedentarismo: según el cuestionario global de actividad física, validado por la Organización Mundial de la Salud.⁽¹⁴⁾ Se clasificaron como sedentarios los pacientes que obtuvieron < 21 puntos y no sedentarios quienes obtuvieron entre 21 y 30 puntos.

Procesamiento

Se calcularon estadísticas descriptivas (frecuencias absolutas y por cientos) para todas las variables; además la media aritmética y la desviación estándar para las variables cuantitativas (edad, colesterol e IMC). La estadística inferencial se utilizó para el paso del modelo resultante de la regresión de Cox, a la regresión logística binaria: implicó transformar los datos de tiempo en un formato binario y clasificar los pacientes según la ocurrencia o no de insuficiencia cardíaca, con la elección de un tiempo específico (dos años). Antes, se evaluaron los supuestos para determinar si era posible o no su ejecución.



La velocidad de cambio de las covariables se refiere a la agrupación de datos de las variables cuantitativas, de manera que, si los intervalos de clase son pequeños o no se agrupan los datos, las variaciones entre ellos no son importantes. En atención a este supuesto se construyeron intervalos de tamaño suficiente y se discretizaron las variables en caso de proceder.

El tamaño muestral óptimo para el desarrollo de la regresión logística binaria debe ser mayor que el total de variables independientes, más uno, multiplicado por 10; en la práctica se recomienda triplicar este número. De acuerdo con estos elementos, en el presente estudio, una muestra de 276 pacientes resultó suficiente, por lo que el tamaño muestral cumplió con este cuidado al involucrar 414 pacientes.

Para cumplir con la temporalidad se estableció con claridad el tiempo de recogida de los datos. Se tuvieron en cuenta las fechas y se consideró el efecto en la variable dependiente, después de la acción de las predictoras. No se detectaron interacciones entre las covariables (efecto conjunto sinérgico de dos o más), al evaluarlas por el método gráfico, que además permitió establecer la relación monótona de las variables independientes con la dependiente en toda la función.

La colinealidad se comprobó mediante la tolerancia, el factor de inflación de la varianza y el índice de condición. No se evidenció colinealidad.

La atención a estos supuestos permitió utilizar las mismas variables predictoras que el modelo de Cox: edad; historia familiar de enfermedades cardiovasculares; diabetes mellitus; colesterol en sangre y sedentarismo.

El ajuste del modelo a los datos se evaluó a través de los residuos de Nagelkerke y la bondad de este ajuste, con la prueba de Hosmer y Lemeshow. Además, aportó los exponenciales para construir la curva de características operacionales del receptor (COR), para determinar la capacidad predictiva del modelo, según el área bajo la curva (ABC); se consideró buena con un valor superior a 0,7.⁽¹⁵⁾

De acuerdo con la declaración *Transparent reporting of a multivariable prediction model for individual prognosis or diagnosis* (TRIPOD) se desarrolló la validación interna, a través de la validación cruzada, para reducir el sesgo y la variabilidad en la estimación del rendimiento del modelo.⁽¹⁶⁾ Para realizarlo, se dividió el conjunto de datos en un grupo de desarrollo y un grupo de



validación, ambos con 207 pacientes. Se planteó el modelo en el grupo de desarrollo y se evaluó el rendimiento en el de validación. A continuación se repitió el proceso y se intercambió la función de los subconjuntos; de esta forma, todos los datos se utilizaron en una ocasión para la validación. El rendimiento del modelo se obtuvo a través del promedio del rendimiento en cada subconjunto de validación.⁽¹⁷⁾ Se utilizó un nivel de significación de 0,05 en todas las pruebas de hipótesis.

Cuestiones bioéticas

Para el desarrollo de la investigación se tuvieron en cuenta los principios de la Declaración de Helsinki,⁽¹⁸⁾ y la aprobación del Comité de Ética de la investigación de las instituciones implicadas. Se garantizó el respeto a las personas, es decir su autonomía, la beneficencia, la no maleficencia y la justicia.

RESULTADOS

En los resultados que muestra la tabla 1, los valores de 0,74 del coeficiente R^2 de Nagelkerke permiten afirmar que el 74 % de las variaciones de la variable dependiente se debe a las variables predichas incluidas en el modelo. La prueba de Hosmer y Lemeshow arrojó un estadígrafo $X^2= 12,914$, con un valor $p= 0,133$, valores que permiten conservar la hipótesis nula, que postula que el modelo ajusta a los datos. Por lo que es posible afirmar que el modelo ajusta a los datos.

Tabla 1 - Ajuste del modelo predictivo

Resumen del modelo	
R cuadrado de Nagelkerke	0,740
Estadígrafo de la prueba de Hosmer y Lemeshow	12,914
Significación de la prueba de Hosmer y Lemeshow	0,133

La figura 1 muestra la curva de características operacionales del receptor del modelo predictivo para la aparición de insuficiencia cardíaca, en pacientes hipertensos. El área bajo la curva alcanzó un valor de 0,950, resultado que permite afirmar que el modelo predictivo tiene una alta capacidad discriminatoria, para la probabilidad de ocurrencia de la insuficiencia cardíaca en pacientes





hipertensos en un período de 2 años. Dicho en términos probabilísticos: existe una alta probabilidad de que el modelo clasifique un paciente con riesgo de presentar insuficiencia cardíaca en un tiempo de 2 años y este la manifieste.

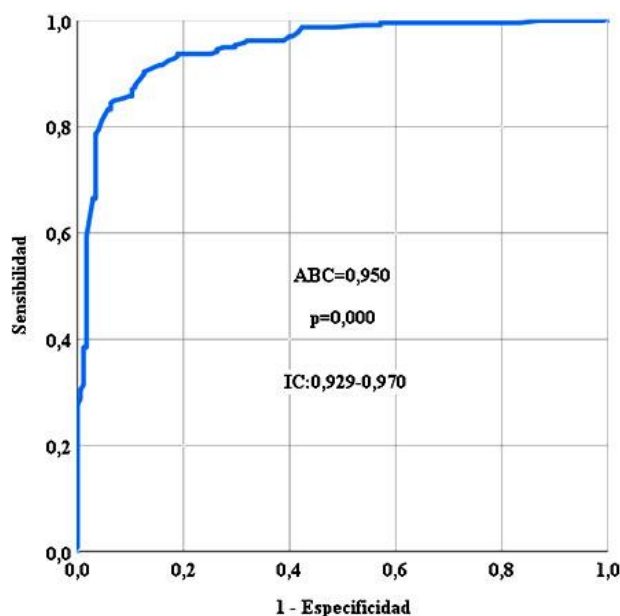


Fig. 1 - Curva de características operacionales del receptor del modelo predictivo.

La tabla 2 muestra los principales resultados de la validación interna del modelo, a través de la validación cruzada, en ambas iteraciones el modelo se ajusta a los datos, el promedio de rendimiento en estos grupos fue del 92,50 % y el promedio de la capacidad discriminatoria del modelo resultó ser de un 96,03 %. Con los datos disponibles es posible afirmar que la validación interna evidencia una buena calibración del modelo, un buen rendimiento y una alta capacidad discriminatoria.

**Tabla 2** -Validación interna del modelo predictivo

Iteración	Grupos	No	Ajuste del modelo	Rendimiento	Área bajo la curva
1	Entrenamiento	207	p=0,541	92,20 %	0,959
	Validación	207	p=0,620	91,90 %	0,962
2	Entrenamiento	207	p=0,550	89,90 %	0,963
	Validación	207	p=0,418	93,10 %	0,957
	Promedio	207	p=0,532	91,78 %	0,960

DISCUSIÓN

Referente al modelo, los resultados concuerdan de manera parcial con *Vega J* y otros⁽⁷⁾ quienes en la estimación del riesgo cardiovascular en 10 años, proponen un modelo para cada sexo y entre las variables que obtienen como predictoras, se encuentran las cifras de colesterol en sangre.

Brotons C y otros⁽¹⁹⁾ desarrollan una regresión de Cox para estimar el riesgo cardiovascular en un plazo de 10 años, en la que resultan significativos: el hábito de fumar, el colesterol total, la diabetes mellitus, y la historia familiar de enfermedad coronaria; lo cual convierte al modelo en una herramienta útil para promover los cambios necesarios en los pacientes, hacia hábitos más saludables.

Validar el modelo predictivo implicó evaluar su rendimiento a través de dos aspectos principales: la calibración y la discriminación, que en un primer momento se evaluaron en el modelo original. La calibración o ajuste reflejó el grado de acuerdo entre las predicciones estimadas y los resultados observados. Para su evaluación se utilizó la prueba de Hosmer-Lemeshow, así los resultados del ajuste del modelo coinciden con *Vega J* y otros⁽⁷⁾ quienes obtienen en ambos modelos valores p en la prueba de Hosmer y Lemeshow que muestran un buen ajuste: 0,45 para el modelo del sexo femenino y 0,97 para el modelo del sexo masculino.

La discriminación se refiere a la capacidad del modelo para distinguir entre los individuos que experimentan el evento de interés y quienes no. Un modelo predictivo discrimina a la perfección cuando la probabilidad predicha para todos los individuos que tienen el evento de interés es mayor que la de todos los individuos que no lo tienen.⁽¹⁷⁾ Las curvas COR permitieron investigar la





exactitud del modelo al discriminar entre los estados del paciente, a través del AUC. *Brotons C* y otros⁽¹⁹⁾ obtienen valores del AUC de 0,84 (IC95 %, 0,82-0,85) en varones y 0,73 (IC95 %, 0,66-0,80) en mujeres; que en ambos casos se consideran como una buena capacidad discriminatoria.

La validación cruzada permitió reducir el sesgo y la variabilidad en la estimación del rendimiento del modelo. *Álvarez M* y otros⁽²⁰⁾ en 2017 desarrollaron un modelo predictivo para el índice de esfuerzo del cuidador y obtuvieron buenos indicadores de calibración y discriminación del modelo a través de la validación cruzada. *Molinero A*⁽²¹⁾ señala la precisión de la validación cruzada en su modelo para el análisis de accidentes de tráfico por salidas de calzada, al obtener una excelente calibración del modelo y una alta capacidad discriminatoria. De igual manera *Córdova G*⁽²²⁾ desarrolló un modelo de una técnica de ELISA indirecta para el diagnóstico de leishmaniosis cutánea y obtuvo buenos resultados en la calibración y discriminación de la validación cruzada, que utiliza para la validación analítica.

Pallardo I⁽²³⁾ estudió los posibles biomarcadores asociados a las adicciones, a través de una validación cruzada que arrojó buenos resultados para la capacidad discriminatoria y para la calibración del modelo. Similares resultados reportaron *Alfonso S*⁽²⁴⁾ y *Berrío A*⁽²⁵⁾ al validar sus modelos de monitorización y predicción de procesos multivariantes y de sistemas de recomendación.

Una predicción precisa y temprana permite personalizar las intervenciones de acuerdo con el perfil de riesgo específico de cada paciente, lo que no solo mejora la eficacia de los tratamientos, sino que también asegura una prevención oportuna y precoz en el ámbito cardiovascular.

En la presente investigación se advierte como limitación metodológica los escasos estudios previos sobre la predicción de insuficiencia cardíaca a dos años y desde el punto de vista estadístico: la necesidad de utilizar datos auto informados en dos, de las ocho variables independientes involucradas en la misma.

Se concluye que la validación interna a través de la técnica de validación cruzada evidenció un buen rendimiento del modelo, buena calibración y alta capacidad discriminatoria.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Trainini JC. La circulación de la sangre: historia de un descubrimiento [Internet]. Buenos Aires: Editorial Biblos; 2025. [acceso: 20/02/2025]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/JorgeTrainini/publication/389888379_La_Circulacion_de_la_Sangre-_Historia_de_un_descubrimiento/links/67d6cb1bbe849d39d67bf1a0/La-Circulacion-de-la-Sangre-Historia-de-un-descubrimiento.pdf
2. Hierrezuelo Rojas N, Álvarez Cortés JT, Cruz Llaugert J, Limia Domínguez AJ. Factores de riesgo asociados a enfermedades cardiovasculares [Internet]. Rev. cuba. cardiol. cir.cardiovasc. 2021 [acceso: 20/02/2025]; 27(4):1-8. Disponible en: <https://revcardiologia.sld.cu/index.php/revcardiologia/article/view/1193/pdf>
3. Garib Hernández R, Velázquez González VA, González Morales RM, Hechavarría Del Río Z, Velázquez Zúñiga GA. Modelo predictivo de supervivencia para la ocurrencia de insuficiencia cardíaca en pacientes hipertensos [Internet]. Mediciego. 2023 [acceso: 20/02/2025]; 29(1): [aprox. 19 p.]. Disponible en: <https://revmediciego.sld.cu/index.php/mediciego/article/view/3613>
4. Cuba. Ministerio de Salud Pública. Dirección Nacional de Estadísticas. Anuario Estadístico de Salud 2021 [Internet]. Edición 2022. Cuba, La Habana; 2022 [acceso: 20/02/2025]. Disponible en: <https://files.sld.cu/dne/files/2022/10/Anuario-Estadistico-de-Salud-2021.-Ed-2022.pdf>
5. Rodríguez Rodríguez N, Albín Cano RG, Arce Puentes D. Insuficiencia cardíaca “de novo”: Un reto diagnóstico [Internet]. Rev. Cuban de Med. 2022 [acceso: 20/02/2025]; 61(3):1-16. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/med/v61n3/1561-302X-med-61-03-e2681.pdf>
6. Groenewegen A, Rutten FH, Mosterd A, Hoes AW. Epidemiología de la insuficiencia cardíaca [Internet]. Eur J Heart Fail. 2020 [acceso: 20/02/2025]; 22 (8):1342–56. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ehf.1858>
7. Vega Abascal J, Piriz Assa A, Guimarães Mosqueda M, Vega Abascal L, Caballero González L, Nápoles Riaño D. PredRCG_aps: Predicción del riesgo cardiovascular global en la atención primaria de salud [Internet]. CCM. 2021 [acceso: 20/02/2025]; 26(2). [aprox 19 p.]. Disponible en: <http://revcocmed.sld.cu/index.php/cocmed/article/view/4202>.

<http://scielo.sld.cu>

<https://revmedmilitar.sld.cu>



8. Choque Forra DP, Mamani Mamani JL. Predicción de supervivencia ante la insuficiencia cardiaca [Internet]. Rev. Iluminate. 2020 [acceso: 20/02/2025]; 12 (1):77-102. Disponible en: http://revistasbolivianas.umsa.bo/pdf/riei/v12n1/v12n1_a07.pdf
9. Arango Franco R, Martínez JW, Sosa Urrea JD, Marín Medina DS, Orozco Hernández JP, Martínez Muñoz MA, et al. Supervivencia en pacientes con falla cardiaca y desfibrilador automático implantable en una unidad de electrofisiología de Pereira, Colombia [Internet]. Arch Med Manizales. 2021 [acceso: 20/02/2025]; 21(1):35-44. Disponible en: <https://revistasum.umanizales.edu.co/ojs/index.php/archivosmedicina/article/view/3809/6051>
10. Álvarez Sintés R, Hernández Cabrera GV, García Núñez RD, Barcos Pina I, Báster Moro JC. Medicina General Integral. Principales afecciones en los contextos familiar y social [Internet]. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2022. [acceso: 20/02/2025]. Disponible en: <http://www.bvscuba.sld.cu/libro/medicina-general-integral-tomo-i-salud-y-medicina-vol-2/>
11. Ortega Varela LF. Adolphe Quetelet y el origen astronómico del Índice de Masa Corporal [Internet]. Mil. Cienc. Art. 2023 [acceso: 20/02/2025]; 13 (22):6-9. Disponible en: <http://www.milenaria.umich.mx/ojs/index.php/milenaria/article/download/431/197>
12. Bauce G. Correlación del índice de masa corporal y el porcentaje de grasa corporal en la evaluación del sobrepeso y la obesidad [Internet]. Rev Digit Postgrado. 2021 [acceso: 20/02/2025]; 10 (1): [aprox 9p.]. Disponible en: http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_dp/article/view/22792/144814489059
13. Grupo de trabajo del Colegio Americano de Cardiología y la Asociación Americana del Corazón. Guía sobre el tratamiento del colesterol sanguíneo [Internet]. J Am Coll Cardiol. 2019 [acceso: 06/03/2025]; 73 (24):85-128. Disponible en: <https://jacc.elsevier.es/index.php?p=revista&tipo=pdf-simple&pii=XX735109720003990>
14. Organización Mundial de la Salud. Cuestionario Mundial sobre Actividad Física (GPAQ). Guía de Análisis [Internet]. Ginebra: Vigilancia y Prevención Poblacional. Departamento de Prevención de Enfermedades No Transmisibles; 2021. [acceso: 06/03/2025]. Disponible en: <https://www.who.int/docs/default-source/ncds/ncd-surveillance/gpaq-analysis-guide.pdf>



15. Roy García IA, Paredes Manjarrez C, Moreno Palacios J, Rivas Ruiz R, Flores-Pulido AA. Curvas ROC: características generales y su uso en la práctica clínica [Internet]. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 2023 [acceso: 06/03/2025]; 61(Suppl 3): 497-502. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10754459/pdf/04435117-61-Suppl3-S497.pdf>
16. Debray T, Collins GS, Riley R, Snell K, Calster BV, Reitsma J et al. Informe transparente de modelos de predicción multivariados desarrollados o validados utilizando datos agrupados: lista de verificación TRIPOD-Cluster [Internet]. BMJ. 2023[acceso: 06/03/2025];380:1-7.Disponible en: <https://www.bmj.com/content/bmj/380/bmj-2022-071018.full.pdf>
17. Van Smeden M, Reitsma JB , Riley RD, Collins GS, Moons KG, Karel GM Moons. Modelos de predicción clínica: diagnóstico versus pronóstico [Internet]. J Clin Epidemiol. 2021 [acceso: 06/03/2025]; 132:142-45. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0895435621000135/pdf>
18. Asamblea Médica Mundial. Declaración de Helsinki: Principios éticos para la investigación médica con participantes humanos [Internet]. JAMA; 2024 [acceso: 06/03/2025]; 333(1):71-4 Disponible en: https://jamanetwork.com/journals/jama/articlepdf/2825290/jama_2024_sc_240016_1735243266.2619.pdf
19. Brotons C, Moral I, Fernández D, Puig M, Calvo Bonacho E, Martínez Muñoz P, et al. Estimación del riesgo cardiovascular de por vida (IBERLIFERISK): una herramienta nueva en prevención primaria de las enfermedades cardiovasculares [Internet]. Rev Esp Cardiol.2019 [acceso: 06/03/2025]; 72(7):562-8. Disponible en: <https://www.revespcardiol.org/es-pdf-S030089321830232X>
20. Álvarez Tello M, Casado Mejía R, Praena Fernández JM, Ortega Calvo M. Desarrollo de un modelo predictivo para el índice de esfuerzo del cuidador [Internet]. Rev Esp Geriatr Gerontol. 2017 [acceso: 06/03/2025]; 52(1):15–9. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-geriatria-gerontologia-124-pdf-S0211139X15002413>
21. Molinero Martínez A. Análisis de accidentes de tráfico por salidas de calzada: Definición de medidas de prevención y mitigación de sus consecuencias [Internet]. [Tesis Doctoral].



Valladolid, España: Escuela de Doctorado. Universidad de Valladolid; 2022. [acceso: 06/03/2025]. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/5982/>

22. Córdova Serrano G. Desarrollo y validación analítica de una técnica de ELISA indirecto basada en una proteína multiepitópica recombinante para el diagnóstico de leishmaniosis cutánea [Internet]. [Tesis de Maestría]. Perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2017. [acceso: 06/03/2025]. Disponible en:

https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/847/Desarrollo_C%C3%B3rdova+Serrano_Gerson.pdf?sequence=3

23. Pallardo Fernández I. Validación de biomarcadores potencialmente asociados a las adicciones: clusterina, midkina, hrh3 y cart [Internet]. [Tesis Doctoral]. Madrid, España: Universidad CEU San Pablo, Escuela Internacional de Doctorado; 2019. [acceso: 06/03/2025]. Disponible en:

https://repositorioinstitucional.ceu.es/bitstream/10637/12816/1/Validaci%c3%b3n_Pallardo_USP_CEU_Tesis_2020.pdf/

24. Alfonso Mulema S. Monitorización y Predicción de Procesos Multivariantes y Auto correlacionados [Internet]. [Tesis Doctoral]. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia; 2018. [acceso: 06/03/2025]. Disponible en:

<https://pdfs.semanticscholar.org/72f4/0737980909af0c3efa0ec9bc59807985e77c.pdf/>

25. Berrío Galindo Á. Sistemas de recomendación [Internet]. [Tesis de Grado]. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia; 2020. [acceso: 06/03/2025]. Disponible en:

<http://uvadoc.uva.es/handle/10324/43778>

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.



Financiamiento

La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

Contribuciones de los autores

Conceptualización: *Richard Garib Hernández, Verónica Aleyda Velázquez González.*

Curación de datos: *Richard Garib Hernández, Zulma Hechavarría Del Río.*

Análisis Formal: *Richard Garib Hernández, Silvia María Pérez Pérez.*

Investigación: *Richard Garib Hernández, Zulma Hechavarría Del Río.*

Metodología: *Richard Garib Hernández, Diego Ambrosio Nápoles Riaño, Silvia María Pérez Pérez, Verónica Aleyda Velázquez González.*

Administración del Proyecto: *Richard Garib Hernández, Silvia María Pérez Pérez.*

Recursos: *Richard Garib Hernández, Diego Ambrosio Nápoles Riaño, Verónica Aleyda Velázquez González, Zulma Hechavarría Del Río.*

Supervisión: *Diego Ambrosio Nápoles Riaño, Verónica Aleyda Velázquez González.*

Validación: *Richard Garib Hernández, Silvia María Pérez Pérez, Verónica Aleyda Velázquez González.*

Visualización: *Richard Garib Hernández, Diego Ambrosio Nápoles Riaño, Silvia María Pérez Pérez, Zulma Hechavarría Del Río.*

Redacción - Elaboración del borrador original: *Richard Garib Hernández, Diego Ambrosio Nápoles Riaño, Silvia María Pérez Pérez, Verónica Aleyda Velázquez González, Zulma Hechavarría Del Río.*

Redacción - Revisión y edición: *Richard Garib Hernández, Diego Ambrosio Nápoles Riaño, Silvia María Pérez Pérez, Verónica Aleyda Velázquez González, Zulma Hechavarría Del Río.*



Declaración de disponibilidad de datos

Archivo complementario: BD Artículo Modelo Predictivo. Excel 2010. Disponible en:
<https://revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/libraryFiles/downloadPublic/128>