

El índice de shock e índice de shock ajustado por edad como predictores de muerte en la insuficiencia cardíaca descompensada

Shock Index and Age-Adjusted Shock Index as Predictors of Mortality in Decompensated Heart Failure

YANINA B CASTILLO COSTA¹, LEONARDO CÁCERES², VÍCTOR MAURO³, ENRIQUE FAIRMAN⁴, ADRIÁN CHARASK⁵, LISANDRO OLGUÍN,
VALENTINA ROHWAIN, RUTH ARGUELLO MOSCA, CARLOS BARRERO⁶

RESUMEN

Introducción: El índice de shock (IShock), calculado a partir de los valores al ingreso de la frecuencia cardíaca (FC) y tensión arterial sistólica (TAS) y el IShock ajustado por edad, son herramientas que han demostrado utilidad pronóstica en algunos contextos clínicos; sin embargo, su valor pronóstico en la insuficiencia cardíaca descompensada (ICD) es desconocido. Objetivo: evaluar la capacidad pronóstica para mortalidad total intrahospitalaria de ambos índices en pacientes ingresados a unidad coronaria por ICD.

Material y métodos: Estudio retrospectivo de pacientes consecutivos ingresados en 2 unidades coronarias durante el periodo enero 2010/agosto 2020. Se calcularon ambos índices, se determinó su valor predictivo y mediante curva ROC se definieron los valores de corte con mejor combinación de sensibilidad y especificidad. Se efectuó análisis multivariado para encontrar los predictores independientes de mortalidad intrahospitalaria.

Resultados: Población: 1472 pacientes. Edad (mediana) 81 años, 50% con fracción de eyección ventricular izquierda <40%, y 50% con antecedentes de ICD previa. Mortalidad intrahospitalaria 6,2%. Un IShock $\geq 0,58$ e IShock ajustado por edad $\geq 45,6$ (hallados por índice de Youden) fueron predictores de mortalidad. En el análisis multivariado que incluyó edad, tensión arterial sistólica (TAS) <115 mmHg, nitrógeno ureico en sangre (BUN) >43 mg/dL, creatinina >2,75 mg/dL, hemoglobina <10 g/dL y el IShock $\geq 0,58$, solo mantuvieron su valor predictivo la edad, el BUN >43 mg/dL y la anemia. En un modelo multivariado donde se evaluó al IShock ajustado por edad $\geq 45,6$ junto a las otras variables (excepto edad), éste fue predictor independiente (OR 2,41 IC95% 1,37-4,2 p <0,01) al igual que el BUN >43 mg/dL y la anemia.

Conclusión: Un cálculo sencillo como el IShock ajustado por edad es de gran utilidad en la predicción de la mortalidad hospitalaria de los pacientes internados con ICD y agrega información adicional a las variables pronósticas clásicas.

Palabras clave: Insuficiencia cardíaca - Mortalidad - Pronóstico

ABSTRACT

Background: Shock index (SI), calculated as the ratio of heart rate (HR) to systolic blood pressure (SBP) obtained on admission, and age-adjusted SI are tools that have already demonstrated prognostic value in some clinical contexts, but their prognostic value in decompensated heart failure (DHF) is unknown.

Objective: The aim of this study was to evaluate the prognostic ability of both indices for total in-hospital mortality in patients admitted to the coronary unit for DHF.

Methods: We conducted a retrospective study of consecutive patients admitted to 2 coronary care units between January 2010 and August 2020. Both indices and their respective predictive values were calculated. The cutoff point values with the best combination of sensitivity and specificity were defined using the ROC curve. Multivariate analysis was performed to identify independent predictors of in-hospital mortality.

Results: Population: 1472 patients. Median age was 81 years, 50 had left ventricular ejection fraction <40% and 50% had a history of DHF. In-hospital mortality 6.2%. Youden's index identified SI ≥ 0.58 and age-adjusted SI ≥ 45.6 as predictors of mortality. On multivariate analysis including age, systolic blood pressure (SBP) <115 mmHg, blood urea nitrogen (BUN) >43 mg/dL, creatinine level >2.75 mg/dL, hemoglobin (Hb) <10 g/dL and SI ≥ 0.58 , only age, BUN >43 mg/dL and anemia remained as independent predictors of in-hospital mortality. On multivariate analysis, when age-adjusted SI ≥ 45.6 was analyzed with the other variables (but not with age), the independent predictors were age-adjusted SI ≥ 45.6 (OR 2.41; 95% CI, 1.37-4.2; p <0.01), BUN >43 mg/dL and anemia.

Conclusion: A simple calculation as age-adjusted SI is highly useful to predict in-hospital mortality in patients hospitalized with DHF and provides additional information to the classic prognostic variables.

Key words: Heart Failure - Mortality - Prognosis

REV ARGENT CARDIOL 2021;89:455-461. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v89.i5.20443>

Recibido: 10/05/2021 - Aceptado: 26/09/2021

Dirección para separatas: Yanina Castillo Costa - Directorio 2037 CABA - E-mail: yanu_c@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La insuficiencia cardíaca descompensada (ICD) es una de las causas más frecuentes de internación en Unidad Coronaria (especialmente en ancianos) (1) y conlleva un riesgo de muerte intrahospitalaria que oscila entre el 4 y 12% dependiendo de las poblaciones analizadas. (2-4) Poder predecir con parámetros presentes desde el ingreso del paciente a la institución, cuáles son los pacientes que tienen más probabilidades de fallecer, es un desafío clínico.

El índice de shock (IShock), calculado a partir de los valores de la frecuencia cardíaca (FC) y tensión arterial sistólica (TAS) obtenidos al ingreso, es una herramienta que ya ha demostrado utilidad pronóstica en otros contextos como infarto de miocardio (5), sepsis severa (6), embolia de pulmón (7), estados de hipovolemia y trauma (8) aún en pacientes que han ingresado con valores de TA y FC normales. (9) Sin embargo, su valor en el contexto de la ICD es desconocido. Asimismo, se ha descrito que ajustar el IShock a la edad del paciente brinda una mejor información pronóstica. (10)

El objetivo del presente estudio fue evaluar la capacidad pronóstica para mortalidad total intrahospitalaria del IShock y del IShock ajustado por edad en pacientes ingresados por ICD a la unidad coronaria.

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio retrospectivo de pacientes incluidos en forma consecutiva en nuestra base de datos de insuficiencia cardíaca. Se registró al ingreso la frecuencia cardíaca (FC) y tensión arterial sistólica (TAS). El IShock se calculó mediante la fórmula: FC/TAS y el I Shock ajustado por edad se calculó mediante la fórmula IShock x edad. Ambos índices fueron analizados mediante curva ROC el índice de Youden para hallar el valor que con mayor sensibilidad y especificidad predijera mortalidad intrahospitalaria. Asimismo, se consignaron los valores predictivo positivo (VPP) y negativo (VPN) de ambos índices.

Se analizó el valor pronóstico de ambos índices para mortalidad, en la población global y discriminada por función ventricular (conservada *vs* deprimida) y se analizó si el IShock otorgaba valor pronóstico aditivo a los pacientes que ingresaron hipotensos (con TAS <90 mmHg) o taquicárdicos (FC >100 lat./min). Se excluyeron los pacientes de los cuales no se contaba con los datos de TAS y/o FC al ingreso. Se correlacionó la mortalidad intrahospitalaria con distintos valores de IShock y de IShock x edad.

Se realizaron análisis uni y multivariado para determinar si ambos índices son predictores independientes de mortalidad intrahospitalaria.

Análisis estadístico

Las variables cualitativas se presentan como frecuencias y porcentajes, con sus intervalos de confianza. Para la descripción de las variables cuantitativas, se utilizó la media \pm la desviación estándar (DE) o la mediana y el rango intercuartilo (RIC 25-75), según su distribución.

El análisis de las variables discretas se realizó mediante el test de chi cuadrado o el de Fisher, según correspondiera, y el de las variables continuas con el test de t o el de Mann Whitney, y en caso de 3 o más grupos con ANOVA o Kruskal Wallis, según correspondiera. La búsqueda de los predictores independientes de mortalidad intrahospitalaria se realizó con

regresión logística simple y múltiple. Se consideró significativo un valor de $p < 0,05$.

Se realizó curva ROC para IShock y para IShock x edad y se consideró el índice de Youden, para hallar los valores que presenten mejor relación de sensibilidad y especificidad para mortalidad intrahospitalaria.

El análisis se realizó con Epi Info Versión 7.2.2.6 e IBM SPSS Statistics 23.

RESULTADOS

Fueron incluidos 1472 pacientes que ingresaron por ICD a dos unidades coronarias de CABA durante el período enero 2010 – agosto 2020. La edad mediana de nuestra población fue de 81 (73-87) años. Un 54% fueron de género masculino. Hubo 80% de hipertensos, 27% de diabéticos, 13% de tabaquistas, 22% de insuficientes renales crónicos, 9% con accidente cerebrovascular previo; 22% tenía antecedentes de infarto de miocardio y un 50% de insuficiencia cardíaca. El 50% tenía fracción de eyección ventricular izquierda (FEVI) <40%. La etiología de la insuficiencia cardíaca fue coronaria en un 26%, valvular en el 20%, hipertensiva en el 15%, idiopática en el 24,5% y en un 14,5% por otras causas.

Un 12,2% de los pacientes requirió inotrópicos, un 5,5% asistencia respiratoria mecánica, 35% tuvo internación prolongada (>7 días) y la mortalidad intrahospitalaria fue de 6,2%.

La mediana del IShock fue 0,6 (RIC 25-75 0,5-0,75), y la mediana del IShock ajustado por edad fue 47 (RIC 25-75 38,2-60). La Figura 1 representa la relación entre diferentes valores de IShock e IShock ajustado por edad con la mortalidad intrahospitalaria.

En la Figura 2 se muestran las curvas ROC de ambos índices para mortalidad intrahospitalaria. De acuerdo al índice de Youden, el mejor valor de IShock fue de 0,58 con una sensibilidad de 70% y especificidad de 46%, (lo que brinda un VPP de 8% y un VPN de 96%), y en cuanto al IShock x edad el mejor valor fue de 45,6 con sensibilidad de 76% y especificidad de 48%, siendo su VPP de 9% y VPN de 97%. Con el objetivo de aumentar la especificidad, se consideraron diferentes valores de corte tanto de IShock como de IShock ajustado por edad. En la Tabla 1, se muestra la prevalencia, sensibilidad, especificidad, valores predictivos negativo (VPN) y positivo (VPP) de cada uno de los índices. Se observa que, con el incremento del valor de los índices, aumentan la especificidad, y algo el VPP, y aunque disminuye la sensibilidad, el VPN se mantiene igualmente en valores elevados (94-95%).

En el análisis multivariado que incluyó edad, TAS <115 mmHg, nitrógeno ureico en sangre (BUN) >43 mg/dL, Creatinina >2,75 mg/dL, Hb <10 g/dL y el IShock mayor o igual a 0,58, solo mantuvieron su valor predictivo la edad (OR 1,02 IC95% 1,00-1,065 $p < 0,01$), el BUN >43 mg/dL (OR 2,36 IC95% 1,17-4,74 $p < 0,01$) y la anemia (OR 2,42 IC95% 1,44-4,07 $p < 0,001$) (Modelo 1. Tabla 3). Pero en el modelo multivariado donde se evaluó al IShock ajustado por

Fig. 1. Mortalidad intrahospitalaria de acuerdo a distintos rangos de valores de IShock e IShock por edad

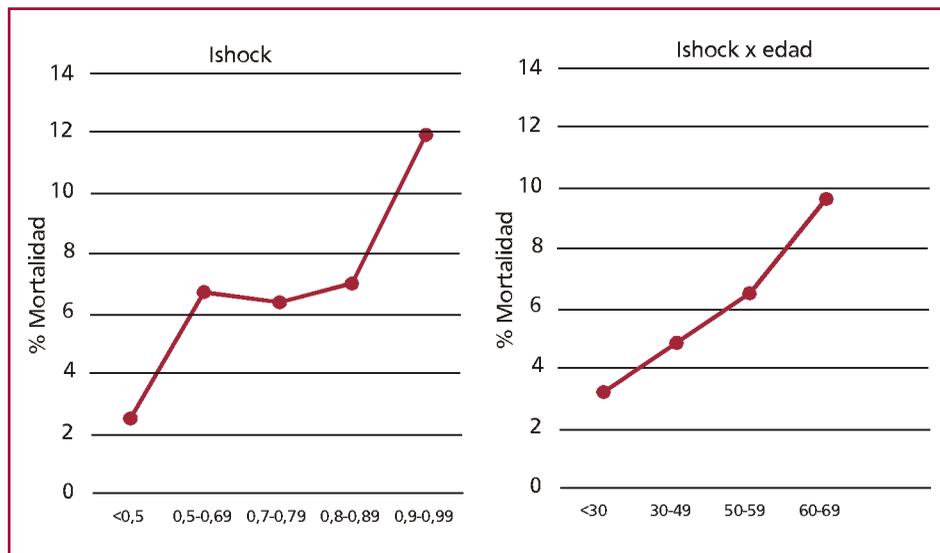
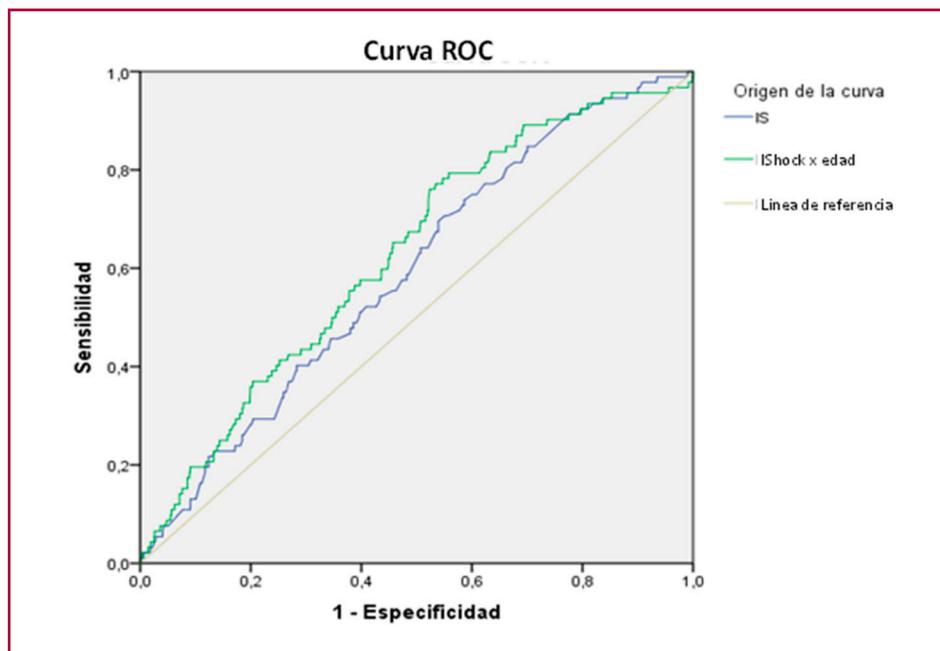


Fig. 2. Curva ROC de IShock e IShock ajustado por edad para mortalidad Intrahospitalaria



IS: IShock IShock x edad: IShock ajustado por edad

Área bajo la curva

Variables	Área	Error estándar	p	IC 95%	
				Límite inferior	Límite superior
IShock	0,592	0,028	0,003	0,536	0,648
IShock x edad	0,628	0,028	< 0,0001	0,572	0,683

edad $\geq 45,6$ junto a las otras variables (excepto edad), éste fue predictor independiente (OR 2,41 IC95% 1,37-4,2 p <0,01) al igual que el BUN >43 mg/dL (OR 2,46 IC95% 1,22-4,95, p <0,01) y la anemia (OR 2,48 IC95% 1,47-4,19, p <0,01). (Modelo 2. Tabla 4)

DISCUSIÓN

Poder identificar con variables sencillas y presentes al ingreso qué pacientes tienen más posibilidades de tener una internación complicada o morir antes del

Tabla 1. Sensibilidad, especificidad, Valor predictivo Positivo (VPP,) y Valor Predictivo Negativo (VPN) y Likelihood Ratio (LR) negativo y positivo para mortalidad de distintos puntos de corte tanto de IShock como de IShock ajustado por edad

Valor	Prevalencia (%)	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)	VPN	VPP	LR-	LR+
IShock							
≥0,7	33	41	68	95	8	0,87	1,28
≥0,8	20	28	80	94	8	0,9	1,4
≥0,9	13	20	88	94	10	0,91	1,67
IShock x edad							
≥50	43	57	60	95	8	0,72	1,38
≥60	25	39	76	95	10	0,9	1,63

Tabla 2. Análisis univariado para mortalidad intrahospitalaria. Abreviaturas: ACV accidente cerebrovascular; IC: insuficiencia cardíaca; FEVI: Fracción de eyección ventricular izquierda; Hb: hemoglobina, FC: frecuencia cardíaca, TAS. Tensión arterial sistólica, ARM: asistencia respiratoria mecánica

Características basales	Muertos n = 92	Vivos n = 1380	p	OR	IC95%
Edad mediana (RIC)	85 (79-90)	81 (73-87)	<0,01	3,5	1,0-6,0
Género masculino, n (%)	46 (50)	748 (54)	NS	-	-
Hipertensión arterial, n (%)	76 (83)	1108 (80)	NS	-	-
Diabetes, n (%)	29 (31)	370 (27)	NS	-	-
Tabaquismo, n (%)	13 (14)	174 (13)	NS	-	-
Antecedentes de ACV, n (%)	6 (6)	126 (9)	NS	-	-
Antecedentes de infarto, n (%)	16 (17)	316 (23)	NS	-	-
Antecedentes de IC, n (%)	53 (58)	685 (50)	NS	-	-
FEVI <40%	47 (53)	674 (50)	NS	-	-
Péptidos natriuréticos positivos (n = 988) n (%)	70 (97)	878 (96)	NS	-	-
Trop. positiva (n=1324), n (%)	78 (93)	1087 (88)	NS	-	-
BUN: nitrógeno ureico en sangre >43 mg/dL, n (%)	70 (87)	792 (68)	<0,01	3,3	1,7-6,5
Creatinina >2,75 mg/dL, n (%)	13 (16)	81 (7)	<0,01	2,6	1,4-4,9
Anemia (Hb <10 g/dL), n (%)	29 (33)	197 (17)	<0,01	2,5	1,6-4,0
Normo TA y normo FC, n (%)	63 (68)	1048 (76)	NS	-	-
TAS <115 mm Hg, n (%)	20 (22)	189 (14)	0,02	1,75	1,0- 2,94
FC >100, n (%)	28 (30)	323 (23)	NS	-	-
Natremia <136 meq/L, n (%)	31 (40)	437 (37)	NS	-	-
IShock mediana (RIC)	0,64 (0,55-0,81)	0,6 (0,5-0,75)	<0,01	0,06	0,017-0,1
IShock ≥0,58, n (%)	62 (67)	738 (53)	<0,01	1,79	1,14-2,81
Edad x IShock mediana (RIC)	53 (45-67)	46 (37-59)	<0,01	7,7	3,8-11
Edad x IShock ≥45,6, n (%)	70 (76)	723 (52)	<0,01	2,89	1,77-4,72
ARM, n (%)	52 (5)	30 (6,5)	NS	-	-

alta, es un desafío clínico en todas las patologías. La ICD, que es una de las principales causas de internación en las unidades coronarias de todo el mundo, no es la excepción.

El concepto de IShock fue introducido en 1967 por Allgower y Burri quienes estudiaron por primera vez su valor en el contexto del shock hipovolémico. (12) Posteriormente, estudios experimentales y clínicos demostraron que el IShock tenía una correlación inversa con parámetros fisiológicos como el índice cardíaco, el volumen sistólico, el índice de trabajo ventricular y la tensión arterial media. (13)

El IShock refleja la integración del sistema cardiovascular y el sistema nervioso central, por lo cual valores elevados indican una hiperactividad del sistema nervioso autónomo, que podría contribuir al daño miocárdico y/o a arritmias letales o bien simplemente ser un marcador de mayor gravedad. Su valor normal es entre 0,5 y 0,7 en adultos sanos (14) y su utilidad pronóstica depende de los valores de corte que se utilicen, ya que esto nos brinda distinta sensibilidad y especificidad para eventos. En la mayoría de los trabajos, se toma como punto de corte un valor >0,7. Valores mayores se asocian con mayor mortalidad, y su mayor especificidad se da en valores >0,9. Valores cercanos a 1 son indicativos de empeoramiento del estado hemodinámico y shock (15) y predicen también mortalidad a 30 días.

En nuestro trabajo, un ISHock $\geq 0,58$ y un ISHock ajustado \times edad $\geq 45,6$ fueron los valores que presentaron mayor sensibilidad y especificidad por el índice de Youden. Ambos índices, tomados en dichos valores, brindan un VPN muy alto para mortalidad, por lo cual valores menores de 0,58 o de 45,6 serían indicativos de buena evolución clínica. A mayor valor de los índices, mayor mortalidad.

Algunos autores proponen que la población anciana tiende a tener menor FC en respuesta a los cambios fisiológicos (15) o utilizan medicaciones como betabloqueantes o bloqueantes cálcicos que pueden afectar la FC en respuesta a la caída del volumen minuto (16) lo que debilita el poder pronóstico del IShock en este subgrupo de pacientes y se postula utilizar una fórmula de IShock ajustada por edad (ISHock \times edad) (13) para lograr mayor sensibilidad y especificidad. (17,18) El IShock ajustado por edad ha demostrado recientemente ser incluso mejor predictor de mortalidad que el IShock clásico en los pacientes ingresados a servicios de emergencias (19, 20) Su elevado valor predictivo negativo (>95%) en la estratificación pronóstica es similar al de otros marcadores, como la troponina o BNP, en patologías como la embolia pulmonar. (21) Los índices sirven fundamentalmente para asegurar buen pronóstico cuando son bajos, por su muy alto VPN; son menos útiles para inferir riesgo cuando son altos, porque su VPP, como vemos, es bajo.

La bibliografía acerca del valor del IShock y del IShock ajustado por edad en el contexto de la ICD es escasa e incluso presenta algunos resultados contradictorios. En un registro árabe (22), con 5005 pacientes, tanto el IShock como el IShock modificado (FC/TAM) y el ajustado por edad han sido predictores independientes de eventos. Pourafkari y cols, por el contrario, no demostraron que el IShock tuviera valor pronóstico (23) en una muestra de 550 pacientes, pero postularon que el IShock ajustado por edad sí podría tener algún rol.

En el registro árabe la mediana de IShock fue de 0,74 y el punto de corte en el cual el IShock discriminó mortalidad fue de 0,9 (hallado por curva ROC y presente en el 23% de su población con edad mediana de 57 años). Sin embargo, cuando analizaron la relación

Tabla 3. Análisis multivariado para mortalidad. Modelo 1

Predictor	OR	IC95%	p
Creatinina >2,75 mg/dL	1,70	0,86-3,39	0,12
BUN >43 mg/dL	2,46	1,22-4,95	<0,001
Hb <10 g/dL	2,48	1,47-4,19	<0,001
TAS <115 mmHg	1,00	0,54-1,85	0,99
ISHock ajustado x edad >45,6	2,41	1,35-4,28	<0,001

BUN: nitrógeno ureico en sangre Hb Hemoglobina TAS: Tensión arterial sistólica

Tabla 4. Modelo 2. Análisis multivariado para mortalidad

Predictor	OR	IC 95%	p
Edad	1,02	1,00-1,05	0,03
Creatinina >2,75 mg/dL	1,75	0,88-3,46	0,10
BUN >43mg/dL	2,36	1,17-4,74	0,01
H b <10 g/dL	2,42	1,44-4,07	<0,01
TAS <115 mmHg	1,11	0,59-2,08	0,72
ISHock $\geq 0,58$	1,52	0,89-2,5	0,11

BUN: nitrógeno ureico en sangre Hb Hemoglobina TAS: Tensión arterial sistólica

entre el IShock y la edad vieron que para los pacientes > 75 años (como los de Pourafkari y los nuestros) su valor (mediana) fue similar a la de nuestra población (0,69 vs 0,6) respectivamente. En nuestro trabajo, ambos índices fueron predictores de mortalidad, pero el IShock ajustado por edad brindó mejor discriminación pronóstica. Tanto en el trabajo de Pourafkari y cols como en el nuestro, la edad de los pacientes era mucho mayor que la de los pacientes del registro árabe (77 ± 11 años y 81 años, respectivamente versus 57 años), lo que podría justificar la diferencia en la utilidad de ambos índices.

Asimismo, la hipotensión al ingreso es un predictor independiente de complicaciones y mortalidad tanto en la fase intrahospitalaria como a largo plazo en la insuficiencia cardíaca (24) pero pierde valor pronóstico frente al IShock, como observamos en nuestro trabajo. El índice de Shock brinda información pronóstica adicional al de las variables vitales individuales que lo componen (FC y TA), incluso cuando éstos se hallan dentro de valores normales (25,9) y por ello es que se ha testeado su valor pronóstico en distintos escenarios clínicos con buenos resultados.

La insuficiencia renal y anemia al ingreso mantuvieron su valor pronóstico de mayor mortalidad en nuestro modelo junto al IShock ajustado por edad. El registro ADHERE incluyó cerca de 33 000 pacientes con una edad media de 72,5 años (casi 8 años menos años que la nuestra), una mayor prevalencia de diabéticos (44% vs 27%) y de insuficiencia renal crónica (29% vs 22% que nuestro trabajo). En ese estudio se reportó el valor pronóstico de un algoritmo ramificado que incluyó un valor de BUN > 43 mg/dL, de TA sistólica < 115 mmHg y de creatinina > 2,75 mg/dL con lo que se discriminaron poblaciones con mortalidad intrahospitalaria diferente (de 9 a 21%, dependiendo de la asociación de factores (26) La insuficiencia renal es una patología prevalente en la población anciana, pero puede variar considerablemente su prevalencia de acuerdo a la definición utilizada (cálculo del filtrado glomerular mediante fórmulas o simplemente valor absoluto por sobre los parámetros de referencia).

Limitaciones

El nuestro es un análisis retrospectivo, y si bien es de importantes dimensiones, no podemos descartar hallazgos definidos por azar. De todas maneras, no existen estudios que lo hayan probado en forma prospectiva. La edad es una variable preeminente en el pronóstico de los pacientes asociado a sus comorbilidades, por lo cual diferencias en su prevalencia determinarán el peso de las variables pronósticas. En nuestro estudio, mayoritariamente compuesto por una población mayor de 80 años, el comportamiento de la frecuencia cardíaca y la tensión arterial expresan probablemente el rol significativo de la disautonomía neurovegetativa, que determinan una mayor labilidad al ingreso e incluso una menor respuesta al tratamiento con drogas vasoactivas instaurado. La ausencia de diferencias entre los sobrevivientes y fallecidos en cuanto a la prevalencia de

marcadores humorales de insuficiencia cardíaca (BNP), de necrosis (troponinas) o de función cardíaca, expresan mecanismos fisiopatológicos de diferente relevancia especialmente en la población añosa.

CONCLUSIONES

Es importante destacar que las poblaciones ingresadas en los registros son heterogéneas en cuanto a sus condiciones etarias, antecedentes patológicos y formas de presentación, las cuales pueden ser determinantes de los resultados de los estudios. Creemos que variables sencillas de registrar al ingreso hospitalario de los pacientes permiten calcular el índice de shock ajustado por edad, un parámetro de gran utilidad en la predicción de la mortalidad hospitalaria de los pacientes internados con insuficiencia cardíaca descompensada y que agrega información adicional a las variables pronósticas clásicas.

Declaración de Conflictos de Intereses

Los autores declaran que no poseen conflicto de intereses.

(Véase formulario de conflicto de intereses de los autores en la web / Material suplementario).

BIBLIOGRAFÍA

- 2017 ACC/AHA/HFSA Focused Update of the 2013 ACCF/AHA Guideline for the Management of Heart Failure: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines and the Heart Failure Society of America. *American College of Cardiology/American Heart Association. J Am Coll Cardiol* 2017;70:776-803.
- Hollenberg S, Stevenson LW, Ahmad T, Amin VJ, Bozkurt B, Butler J, et al. 2019 ACC Expert Consensus Decision Pathway on Risk Assessment, Management, and Clinical Trajectory of Patients Hospitalized with Heart Failure. *J Am Coll Cardiol* 2019;74:1966-2011. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2019.08.001>
- Lescano A, Soracio G, Soricetti J, Arakaki D, Coronel L, Cáceres L, et al. Argentine Registry of Acute Heart Failure (ARGEN-IC). Evaluation of a Partial Cohort at 30 Days. *Rev Argent Cardiol* 2020;88:118-25. <https://doi.org/10.7775/rac.es.v88.i2.17201>
- Fairman E, Mauro V, Charask A, Castillo Costa Y, Delfino F, Raffaelli A, et al. Insuficiencia cardíaca descompensada. ¿De qué estamos hablando?. *Rev Argent Cardiol* 2018;86:359-62. <https://doi.org/10.7775/rac.v86.i5.13565>
- Zhang X, Wang Z, Wang Z, Fang M, Shu Z. The prognostic value of shock index for the outcomes of acute myocardial infarction patients: A systematic review and meta-analysis. *Medicine* 2017;96:38(e8014). <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000008014>
- Yussuf SJ, Zakaria MI, Mohamed FL, Bujang MA, Lakshmanan S, Asaari AH. Value of Shock Index in Prognosticating The Short Term Outcome of Death for Patients Presenting With Severe Sepsis and Septic Shock in The Emergency Department. *Med J Malaysia* 2012;67:406-11.
- Ozsu S, Erbay M, Durmuş ZG, Ozlu T. Classification of high-risk with cardiac troponin and shock index in normotensive patients with pulmonary embolism. *J Thromb Thrombolysis* 2017;43:179-83. <https://doi.org/10.1007/s11239-016-1443-3>
- Shibahashi K, Sugiyama K, Okura Y, Hoda H, Hamabe Y. Can the shock index be a reliable predictor of early mortality after trauma in older patients? A retrospective cohort study. *Acute Med Surg* 2019;6:385-91. <https://doi.org/10.1002/ams2.427>
- Zampieri FG, Colombari F. Use of shock index as a prognostic marker in patients with normal heart rate and blood pressure at

- ICU admission. *Intensive Care medicine Experimental* 2015;3 (Supl 1):A596. <https://doi.org/10.1186/2197-425X-3-S1-A596>
10. Yu T, Tian C, Song J, He D, Sun Z, Sun Z. Age shock index is superior to shock index and modified shock index for predicting long-term prognosis in acute myocardial infarction. *Shock*. 2017;48:545-50. <https://doi.org/10.1097/SHK.0000000000000892>
11. Fonarow GC, Adams KF Jr, Abraham WT, Yancy CW, Boscardin WJ; ADHERE Scientific Advisory Committee, Study Group, and Investigators. Risk stratification for in-hospital mortality in acutely decompensated heart failure: classification and regression tree analysis. *JAMA* 2005;293:572-80. <https://doi.org/10.1001/jama.293.5.572>
12. Allgower M, Burri C. Shock index. *Dtsch Med Wochenschr* 1967;92:e1947-50. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1106070>
13. Allgower M, Burri C. Shock index. *Dtsch Med Wochenschr* 1967;92:e1947-50. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1106070>
14. Rady MY, Nightingale P, Little RA, Edwards JD. Shock index: a reevaluation in acute circulatory failure. *Resuscitation* 1992;23:227-34. [https://doi.org/10.1016/0300-9572\(92\)90006-X](https://doi.org/10.1016/0300-9572(92)90006-X)
15. Berger T, Green J, Horeczko T, Hagar Y, Garg N, Suarez A, et al. Shock index and early recognition of sepsis in the emergency department: pilot study. *West J Emerg Med* 2013;14:168-74. <https://doi.org/10.5811/westjem.2012.8.11546>
16. Cliche J, Daoust R, Chauny J, Paquet J, Piette E. Effect of β -blockers and calcium channel blockers on shock index predictability in patients suffering from urosepsis. *Canada Crit Care* 2013;17(Suppl 2):P225. <https://doi.org/10.1186/cc1216317>. Kristensen AKB, Holler JG, Hallas J, Lassen A, Shapiro NI. Is shock index a valid predictor of mortality in emergency department patients with hypertension, diabetes, high age, or receipt of β - or calcium channel blockers? *Ann Emerg Med* 2016;67:106-13. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2015.05.020>
18. Cliche J, Daoust R, Chauny J, Paquet J, Piette E. Effect of β -blockers and calcium channel blockers on shock index predictability in patients suffering from urosepsis. *Canada Crit Care* 2013;17(Suppl 2):P225. <https://doi.org/10.1186/cc12163>
19. Zarzaur BL, Croce MA, Fischer PE, Magnotti LJ, Fabian TC. New vitals after injury: shock index for the young and age \times shock index for the old. *J Surg Res*. 2008;147:229-36. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2008.03.025>
20. Rappaport LD, Deakynne S, Carcillo JA, McFann K, Sills MR. Age- and sex-specific normal values for shock index in national health and nutrition examination survey 1999–2008 for ages 8 years and older. *Am J Emerg Med* 2013;31:838-42. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2013.01.014>
21. Torabi M, Mirafzal A, Rastegari A, Sadeghkhani N. Association of triage time Shock Index, Modified Shock Index, and Age Shock Index with mortality in Emergency Severity Index level 2 patients. *Am J Emerg Med* 2016;34:63-8. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2015.09.014>
22. Koch E, Lovett S, Nghiem T, Riggs RA, Rech MA. Shock index in the emergency department: utility and limitations. *Open Access Emergency Medicine* 2019;11 179-99. <https://doi.org/10.2147/OAEM.S178358>
23. Konstantinides S, Meyer G, Becattini C, Bueno H, Geersing JG, Harjola VP et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European Respiratory Society (ERS): The Task Force for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2020;41:543–603. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz405>
24. El Menyar A, Sulaiman K, Almahmeed W, Al Motarreb A, Assad N, AlHabit K, et al. Shock index in patients presenting with acute heart failure: a multicenter multinational observational study. *Gulf care Registry. Angiology* 2019, Nov; 70 (10):938-946
25. Pourafkari L, Wang CK, Schwartz M, Nader ND. Does shock index provide prognostic information in acute heart failure? *Int J Cardiol* 2016;25:140-2. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.04.083>
26. Gheorghade M, Abraham WT, Albert NM, Greenberg BH, O'Connor CM, She L, et al. Systolic Blood Pressure at Admission, Clinical Characteristics, and Outcomes in Patients Hospitalized With Acute Heart Failure. *JAMA*. 2006;296:2217–26. <https://doi.org/10.1001/jama.296.18.2217>
27. Rady MY, Smithline HA, Blake H, Nowak R, Rivers E. Comparison of the shock index and conventional vital signs to identify acute, critical illness in the emergency department. *Ann Emerg Med* 1994;24:685-90. [https://doi.org/10.1016/S0196-0644\(94\)70279-9](https://doi.org/10.1016/S0196-0644(94)70279-9)
28. Adams KF Jr, Fonarow GC, Emerman CL, LeJemtel TH, Costanzo MR, Abraham WT, et al. Characteristics and outcomes of patients hospitalized for heart failure in the United States: rationale, design, and preliminary observations from the first 100 000 cases in the Acute Decompensated Heart Failure National Registry (ADHERE). *Am Heart J* 2005;149:209-16. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2004.08.005>