

ORIGINAL

Shock Index asociado a la edad y al Glasgow Coma Score como predictor de mortalidad en la atención inicial del paciente politraumatizado

Victoria Juárez San Juan¹, Paula Juárez San Juan², Sara Castillo Acosta¹, Cristóbal Rodríguez Mata², David Ortiz López³, Jorge L. Freixinet Gilart¹

Objetivo. Estudiar si la edad y la puntuación Glasgow Coma Score (GCS) incrementan la predicción de mortalidad del *Shock Index* (SI) en la atención inicial del paciente politraumatizado y compararlo con las escalas pronósticas, GAP (Glasgow Coma Score-Age-Systolic Blood Pressure), RTS (Revised Trauma Score) e ISS (Injury Severity Score).

Método. Estudio observacional sobre una cohorte de pacientes de la unidad de cuidados críticos de un hospital de tercer nivel con diagnóstico de trauma grave entre 2015 y 2020. Se recogió el SI (FC/TAS) y el SI asociado al GCS (SI/G), a la edad (SIA) y a ambos (SIA/G). Se calculó el área bajo la curva (ABC) de la característica operativa del receptor (COR) para cada uno de ellos para la mortalidad hospitalaria (MH) y en las primeras 24 horas (M24). También se comparó el ABC COR del SIA/G con las de las escalas GAP, RTS e ISS.

Resultados. Se analizaron 433 pacientes de los cuales fallecieron 47 (10,9%). Todos los SI se relacionaron significativamente con la mortalidad, pero el SIA/G presentó la mayor ABC COR para MH (0,879, IC 95% 0,83-0,93) y para M24 (0,875, IC 95% 0,82-0,93). El valor SIA/G de 3,3 puntos mostró una sensibilidad del 82% y especificidad del 80% para MH y del 86% y 78% para M24. El ABC COR del SIA/G para la MH fue superior a las de las escalas GAP, RTS e ISS.

Conclusión. SIA/G es superior al SI y a las escalas clásicas GAP, RTS e ISS como predictor de MH del paciente politraumatizado.

Palabras clave: Presión arterial sistólica. Frecuencia cardíaca. Índice de *shock*. Edad. Glasgow Coma Score. Politrauma. Mortalidad. Cirugía.

Shock index combined with age and the Glasgow Coma Scale during the initial care of polytraumatized patients as a predictor of mortality

Objectives. To study whether combining age and the Glasgow Coma Scale (GCS) with the shock index (SI) — SIA/G — during the initial care of polytraumatized patients can improve the ability of the SI alone to predict mortality. To compare the predictive performance of the SIA/G combination to other prognostic scales: the addition of points for the GCS, age and systolic blood pressure (GAP); the Revised Trauma Score (RTS); and the Injury Severity Score (ISS).

Methods. Observational cohort study of patients with severe trauma admitted to the intensive care unit of a tertiary care hospital between 2015 and 2020. We calculated the SI (heart rate/systolic blood pressure), the SI/G ratio, the product of the SI and age SIA, and the combined index: SIA/G. The areas under the receiver operating characteristic curves (AUROCs) for hospital mortality and 24-hour mortality were calculated for the SIA/G combination and compared to the AUROCs for the GAP, the RTS, and the ISS.

Results. We analyzed data for 433 patients, 47 of whom (10.9%) died. All the prognostic indexes were significantly related to mortality but the SIA/G was the best predictor of both hospital and 24-hour mortality, with AUROCs of 0.879 (95% CI, 0.83–0.93) and 0.875 (95% CI, 0.82–0.93), respectively. A score of 3.3 for the SIA/G showed 82% sensitivity and 80% specificity for hospital mortality (86% and 78%, respectively, for 24-hour mortality). The AUROCs for the GAP, RTS, and ISS indexes were lower for hospital mortality.

Conclusion. The combined SIA/G score is a better predictor in hospital of mortality in patients with multiple injuries than the SI or the traditional GAP, RTS, and ISS indexes.

Keywords: Systolic blood pressure. Heart rate. Shock index. Age. Glasgow Coma Scale. Multiple trauma. Mortality. Surgery.

Introducción

Los politraumatismos constituyen una de las principales causas de muerte en la población por debajo de 45 años y la cuarta causa principal de muerte en todas

las edades¹. La presencia de hipotensión y el aumento de la frecuencia cardíaca (FC) son marcadores de *shock* hemorrágico y pueden retrasar el diagnóstico del mismo al verse influenciados por diferentes factores como son la edad, el dolor, la hipotermia, el *shock* neurogénico

Filiación de los autores:

¹Servicio de Cirugía Torácica, Hospital Universitario Doctor Negrín de Las Palmas de Gran Canaria, España.

²Unidad de Críticos del Servicio de Urgencias, Hospital Universitario Doctor Negrín de las Palmas de Gran Canaria, España.

³Servicio de Cirugía General, Hospital Universitario Doctor Negrín de Las Palmas de Gran Canaria, España.

Contribución de los autores:

Todos los autores han confirmado su autoría en el documento de responsabilidades del autor, acuerdo de publicación y cesión de derechos a EMERGENCIAS.

Autor para correspondencia:

Ana Victoria Juárez San Juan
Servicio de Cirugía Torácica
Hospital Universitario Doctor Negrín
C/ Plaza Barranco de la Ballena, s/n
35010 Las Palmas de Gran Canaria
Gran Canaria, España

Correo electrónico:

vito.juarezsanjuan@gmail.com

Información del artículo:

Recibido: 6-3-2021
Aceptado: 25-5-2021
Online: 10-4-2021

Editor responsable:

Guillermo Burillo Putze

co y la presencia de marcapasos o de fármacos cronotrópicos². Al ser el traumatismo una condición tiempo dependiente, especialmente durante la primera hora, la inmediatez en el diagnóstico precoz y tratamiento definitivo reducen la mortalidad significativamente³.

La introducción de las escalas de gravedad se hizo con el propósito de obtener información rápida y útil en cuanto al pronóstico de los pacientes. De las utilizadas hasta ahora, la denominada Injury Severity Score (ISS) se basa en la descripción de las lesiones anatómicas, requiere de pruebas radiológicas y su cálculo es complejo⁴. Las basadas en parámetros fisiológicos como el Revised Trauma Score (RTS)⁵ y Glasgow-Age-Systolic Blood Pressure (GAP)⁶ son más fáciles de calcular a pie de cama, pero requieren sistemas de puntuación que presentan limitaciones y que pueden retrasar el diagnóstico. El *shock index* (SI) es definido como la división entre la FC y la presión arterial sistólica (PAS). Se ha propuesto como una herramienta simple y rápida que permite identificar a los pacientes politraumatizados en estado de *shock* y ha mostrado buena capacidad para evaluar el estado hemodinámico⁷.

El objetivo principal de este estudio ha sido calcular si el SI, asociado al GCS y la edad (SIA/G), aumenta la capacidad predictiva de mortalidad en la atención inicial del paciente politraumatizado. El objetivo secundario ha sido comparar la capacidad predictiva del SIA/G con las escalas pronósticas clásicas del trauma (GAP, RTS e ISS) para la mortalidad hospitalaria (MH) y en las primeras 24 horas (M24) y valorar su relación con el requerimiento de cirugía urgente por sangrado o ingreso en una unidad de cuidados intensivos (UCI).

Método

Se realizó un estudio observacional de los pacientes que ingresaron con diagnóstico de politraumatismo en la unidad de cuidados críticos del servicio de urgencias (SU) de un hospital de tercer nivel en el periodo comprendido entre los años 2015 y 2020, que en total fueron 500 pacientes. Los criterios de exclusión fueron: pérdida de datos, fallecimiento antes de su llegada al hospital y los que recibían tratamiento con fármacos cronotrópicos negativos.

Se recogieron variables demográficas, edad, sexo, signos vitales, la puntuación en la GCS, tipo de traumatismo, mecanismo de lesión, variables analíticas y radiológicas, destino al ingreso, MH y M24. Se aplicaron las escalas ISS, RTS, GAP y el SI. Este último se calculó asociado al GCS (SI/G), a la edad (SIA) y a ambos (SIA/G), a su llegada al SU.

La escala ISS está basada en el Abbreviated Injury Scale (AIS). Utiliza seis regiones corporales del AIS y codifica de 1 (menor) a 6 (fatal) puntos las lesiones más graves de tres regiones corporales diferentes. Es de cálculo complejo y requiere pruebas radiológicas⁸. El GAP se basa en una suma de puntos de: GCS, edad y PAS. La puntuación varía de 3 a 24, indicando los valores más bajos un mayor riesgo de muerte intrahospitalaria.

El RTS recoge la FR, GCS y PAS y se ha calculado según la fórmula desarrollada por Champion *et al.*: $RTS = 0,9368 G + 0,7326 P + 0,2908 FR$, la cual puso de manifiesto la importancia del coma para predecir la evolución de los pacientes⁵.

Los valores de las variables continuas se expresan según la distribución, calculada previamente mediante el test de Kolmogorov-Smirnov. Las paramétricas con media aritmética y desviación estándar; las no paramétricas con mediana y rango intercuartil (RIC). Las variables categóricas están expresadas en frecuencias absolutas y relativas. De la misma forma, el análisis comparativo entre dos muestras se efectuó mediante la T de Student o la U de Mann-Whitney, según la distribución haya sido paramétrica o no, respectivamente. La asociación entre variables cuantitativas categóricas o cualitativas se realizó con la χ^2 . Para el análisis de supervivencia se emplearon las curvas de Kaplan-Meier y la regresión de Cox. Se han generado las curvas de la característica operativa del receptor (COR) para determinar el área bajo la curva (ABC) de las diferentes escalas pronósticas, tanto para la MH como para la M24, seleccionando así el punto de corte de cada escala con mejor relación entre sensibilidad y especificidad. Se fijó la significación estadística en un valor de $p < 0,05$. Para el análisis estadístico de los datos se usó el programa SPSS statistics v. 20.

El trabajo ha sido aprobado por el Comité de Ética del Hospital Universitario de Gran Canaria Dr. Negrín con el Código CEIm HUGCDN: 2021-012-1.

Resultados

Se analizaron 433 pacientes tras descartar 67 que cumplieron los criterios de exclusión. La edad media fue de 45 años (rango 31-60), el 80,1% varones. El mecanismo de lesión más frecuente fueron las caídas (42,3%; 23,6% caídas > 3 metros, 18,7% caídas < 3 metros), seguido de accidente de motocicleta (16,6%), accidente de automóvil (10,2%), atropello (7,9%) y otros (7,2%). El traumatismo cerrado fue el más frecuente (88,9%) y el tipo de lesión el traumatismo craneoencefálico (TCE) (43,6%) seguido de fracturas costales (31,4%), fractura de huesos largos (25,4%) y neumotórax (18,7%). La mediana de puntuación de las diferentes escalas pronósticas fueron: GAP 22 (rango 19-24), RTS 7,84 (rango 7,3-7,8), SI 0,67 (rango 0,6-0,8), ISS 22 (rango 9-29). La mediana del GCS fue de 15 (rango 13-15).

En las primeras 24 horas fallecieron 30 pacientes (6,9%), ascendiendo a 47 (10,9%) a lo largo del ingreso. Al analizar la variable destino, se observó que 149 casos (34,4%) ingresaron en la UCI, 147 (33,9%) en planta, 3 (0,7%) se trasladaron a otro centro y 104 (24%) fueron dados de alta desde el SU.

Todas las escalas analizadas se relacionaron estadísticamente con la MH y M24, así como con la cirugía urgente por sangrado y con el ingreso en la UCI (Tabla 1).

Tabla 1. Comparativa de las escalas para diferentes variables clínicas

a	Vivos (N = 386) Mediana (RIC)	Fallecidos (N = 47) Mediana (RIC)	P
SI	0,67 (0,55-0,80)	0,78 (0,58-1,19)	0,003
SI/G	0,04 (0,03-0,05)	0,10 (0,05-0,25)	< 0,001
SIA	28,70 (19,91-40,31)	53 (36,20-74,90)	< 0,001
SIA/G	2,10 (1,40-2,95)	7 (3,58-15,20)	< 0,001
b	Vivos (N = 403) Mediana (RIC)	Fallecidos (N = 30) Mediana (RIC)	P
SI	0,67 (0,55-0,80)	0,79 (0,66-1,25)	< 0,002
SI/G	0,05 (0,04-0,06)	0,10 (0,05-0,30)	< 0,001
SIA	29,44 (20,24-41,31)	57,60 (39,10-90,10)	< 0,001
SIA/G	2,16 (1,43-3,16)	7,05 (3,58-18,82)	< 0,001
c	No cirugía (N = 367) Mediana (RIC)	Cirugía (N = 66) Mediana (RIC)	P
SI	0,66 (0,55-0,78)	0,82 (0,69-1,10)	< 0,001
SI/G	0,04 (0,03-0,05)	0,06 (0,05-0,15)	< 0,001
SIA	30,25 (20,12-41,54)	35,88 (24,20-55,70)	0,007
SIA/G	2,16 (1,42-3,20)	3,10 (2,02-6,21)	< 0,001
d	No UCI (N = 284) Mediana (RIC)	UCI (N = 149) Mediana (RIC)	P
SI	0,65 (0,55-0,76)	0,72 (0,60-0,92)	< 0,001
SI/G	0,04 (0,03-0,05)	0,05 (0,04-0,10)	< 0,001
SIA	29,42 (19,50-41,28)	33,20 (22,90-47,85)	0,022
SIA/G	2,10 (1,34-2,93)	2,78 (1,80-5,04)	< 0,001

a: Mortalidad Intrahospitalaria.

b: Mortalidad en 24 horas.

c: Cirugía por sangrado.

d: Ingreso en cuidados intensivos.

SI: Shock Index; SI/G (Shock Index/GCS); SIA (Shock Index x edad); SIA/G: [(Shock Index x edad)/GCS]; RIC (rango intercuartil).

Las curvas COR para la MH y M24 con SI, SIA, SI/G y SIA/G se muestran en la Figura 1. El SIA/G presentó el mayor ABC COR tanto para MH (0,88, IC 95% 0,83-0,93) como para M24 (0,87, IC 95% 0,82-0,93).

Al comparar entre el ABC COR del SIA/G con las de las escalas clásicas GAP, RTS e ISS, se comprobó que todas ellas eran buenas escalas para predecir la mortalidad, tanto inmediata como hospitalaria. El ABC COR de SIA/G fue, no obstante, ligeramente superior para la MH (ISS 0,86, GAP 0,86, RTS 0,80, SIA/G 0,88) (Figura 2).

El valor SIG/A de 3,3 puntos mostró una sensibilidad del 82% y una especificidad del 80% para MH y

del 86% y 78% para M24. Del grupo de pacientes con SIG/A de 3,3 o más puntos, fallecieron en el ingreso el 32,1% frente al 2,5% de los de < 3,3 puntos (p < 0,001). Esta OR de 18,3 (IC 95% 8,2-41) fue superior a la del ISS > 15 puntos (OR 11,67, IC 95% 3,6-38,2).

Las curvas de supervivencia de Kaplan-Meier mostraron que los pacientes con SIA/G con valor igual o mayor a 3,3 fallecían significativamente más a lo largo del ingreso (Logrank = 42,7, p < 0,001) siendo el riesgo de fallecer casi 9 veces mayor [HR = 8,75; (IC 95% 4,02-19)] (Figura 3).

La capacidad predictiva para cirugía por sangrado fue pobre para todas las escalas analizadas, así como para predecir el ingreso en UCI (Figura 4).

Discusión

Debido a su sencillez, rapidez y no encontrarse afectado por mecanismos fisiológicos compensadores^{9,10}, el SI es una de las escalas pronósticas que se utiliza con más frecuencia en la valoración inicial del paciente politraumatizado en cuanto a su gravedad, riesgo de sangrado y mortalidad^{11,12}. Su punto de corte para definir el shock hipovolémico se estableció en 1,0, aunque se produjo cierta controversia al respecto, considerando otros dos puntos de corte, mayor o igual a 0,9¹³ y a 0,8¹⁴. Se ha utilizado también para identificar otras situaciones como la necesidad de transfusión¹⁵, intervención por sangrado¹⁶, indicación de ingreso en UCI¹⁷ y el riesgo de mortalidad incluso en presencia de TCE grave¹⁸. En nuestra población, con una edad media de 49,5 años, el SI se relacionó significativamente con la mortalidad precoz y mortalidad hospitalaria, así como con los ingresos en UCI y la cirugía urgente. Sin embargo, el ABC COR fue solo de 0,67, 0,65, 0,62 y 0,73, respectivamente.

En pacientes mayores existen dudas sobre la validez del SI. Zarzaus *et al.*^{19,20} demostraron que el SI era un buen predictor de la mortalidad temprana en pacientes menores de 55 años en comparación con la FC o la

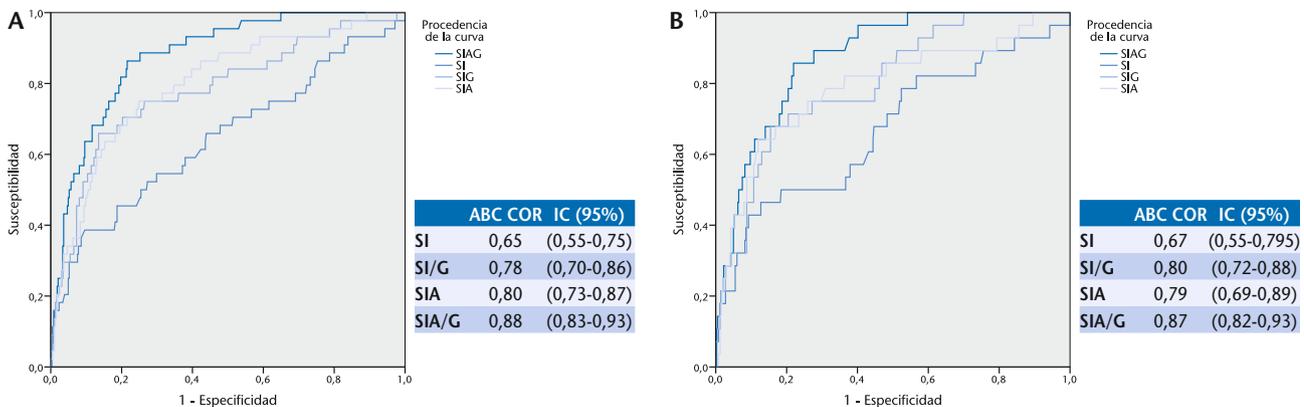


Figura 1. Comparación de las áreas bajo la curva de la característica operativa del receptor (ABC COR) para mortalidad intrahospitalaria (A) y a las 24 horas (B).

SI: Shock Index; SI/G: (Shock Index/GCS); SIA: (Shock Index x edad); SIA/G: [(Shock Index x edad)/GCS].

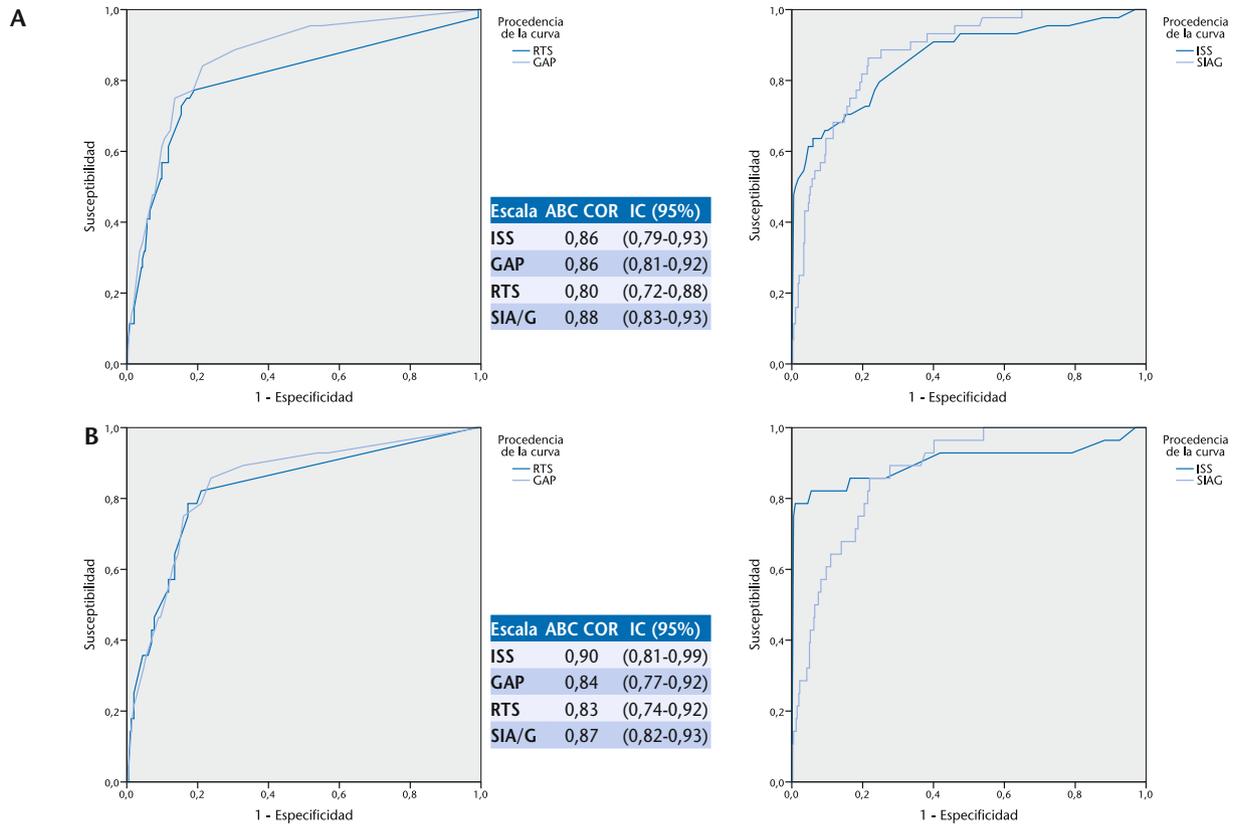


Figura 2. Comparación de las áreas bajo la curva de la característica operativa del receptor (ABC COR) para mortalidad intrahospitalaria (A) y altas 24 horas (B). ISS: Injury Severity Score; GAP: Glasgow-Age-Systolic Blood Pressure; RTS: Revised Trauma Score.

PAS aisladas. Entre los pacientes mayores de esta edad, no obstante, se puede subestimar la gravedad del shock

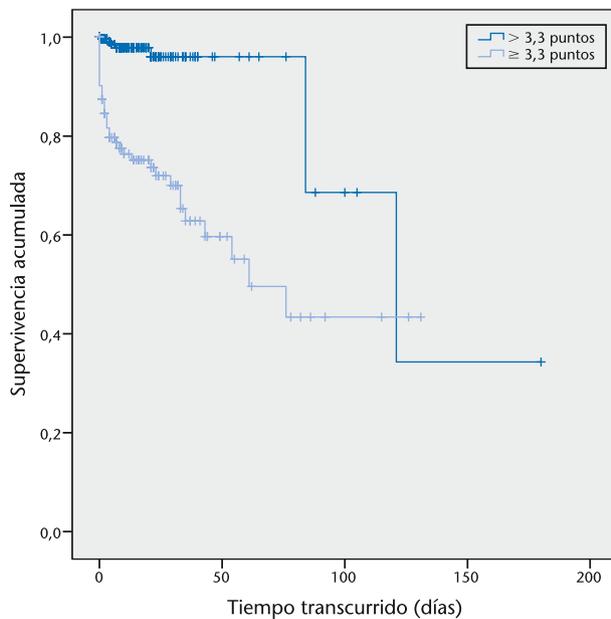


Figura 3. Curvas de supervivencia de Kaplan Mayer para la mortalidad intrahospitalaria para el punto de corte de SIA/G 3,3. $P < 0,001$; HR = 8,75 (IC 4,02-19).

porque tienen tendencia a tener una mayor PAS basal. El SI multiplicado por la edad (SIA) podría ser un mejor predictor de la mortalidad temprana que los signos vitales.

McNab *et al.*²¹ analizaron la relación de la edad del paciente politraumatizado y la capacidad predictiva del SI. En su estudio hallaron que los pacientes menores de 60 años presentaban buena correlación con todas las variables: estancia hospitalaria, estancia en UCI, necesidad de ventilación y los hemoderivados transfundidos. A medida que aumentaba la edad, había menos correlación entre el SI y las variables. En nuestro estudio, al añadir la variable edad (SI x edad, SIA), su capacidad pronóstica, en cuanto a MH, mejoró notablemente (ABC COR 0,85 vs 0,65), lo que también ocurrió con la M24 (ABC COR 0,79 vs 0,67). Estos datos apoyan la idea de que el SI tiene una precisión decreciente para los pacientes mayores de 60 años y su capacidad predictiva mejora si se añade el factor edad.

Por otro lado, los TCE se consideran la principal causa de muerte y discapacidad en la población joven²². Junto con la hemorragia, el TCE se asocia con un aumento de la morbilidad y la mortalidad, independientemente de si se produce con otras lesiones o como trauma aislado²³. Varios estudios han demostrado que el TCE, asociado a una hemorragia, podría alterar la respuesta autónoma a la pérdida de sangre o la ca-

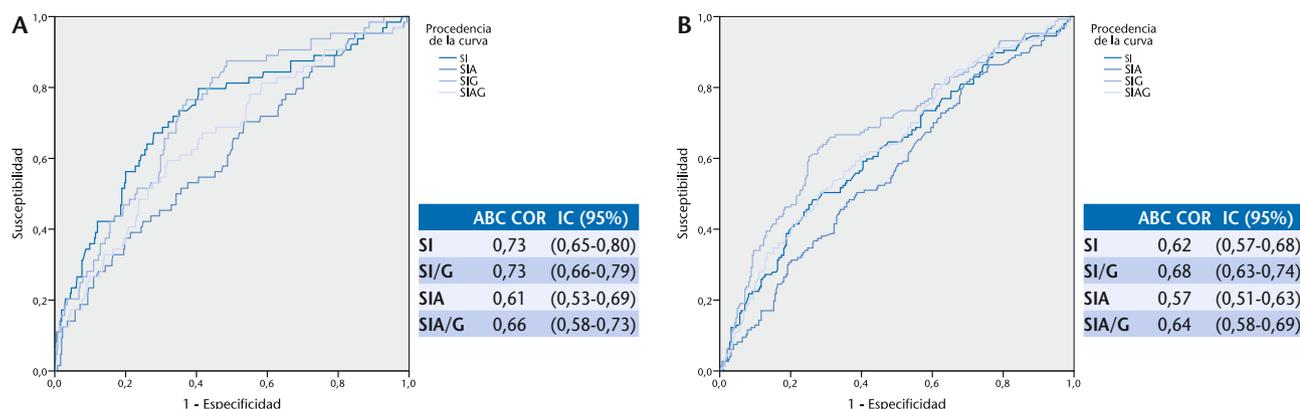


Figura 4. Comparación de las áreas ajo la curva de la característica operativa del receptor (ABC COR) para cirugía por sangrado (A) e ingreso en cuidados intensivos (B).

SI: *Shock Index*; SI/G: (*Shock Index*;/GCS); SIA: (*Shock Index*; x edad); SIA/G: [(*Shock Index*; x edad)/GCS].

pacidad de modular el tono vascular^{24,25}. En estos casos, la utilización de las constantes vitales como la FC o la PAS y, por lo tanto, del SI, pueden inducir a error en la evaluación del *shock* hipovolémico.

La puntuación en la GCS²⁶ ha sido utilizada desde los años 70 como predictor de mortalidad en el paciente con TCE y ha demostrado mejores resultados que las constantes vitales (FC, PAS, FR), la edad e incluso la gravedad del trauma^{27,28}. Basándose en los puntos anteriores, Kimura *et al.*²⁹ decidieron estudiar si el “reverse” SI (PAS/FC) multiplicado por la puntuación de la GCS (rSIxG) mostraba mejores resultados. El rSIxG pareció ser un predictor ligeramente mejor de mortalidad entre los pacientes menores de 55 años. La variable empleada en nuestro estudio, si bien es una variante de la descrita por Kimura *et al.*, se diferencia en el empleo del SI original (FC/PAS) y en el empleo de la GCS en el denominador.

Por todo lo descrito, en nuestro estudio, con un porcentaje de TCE del 43,6%, se combinó el SI con la edad y el GCS (SIA/G) pudiendo observar que esta manera de evaluar inicialmente a los pacientes politraumáticos presentó la mejor capacidad pronóstica, siendo superior al SIA tanto para M24 (AUC 0,88 vs 0,79), como para MH (AUC 0,88 vs 0,80), ingreso en UCI y cirugía urgente independientemente de si el paciente había sufrido un TCE o no. Por tanto, añadir la variable GCS y la edad al SI mejora notablemente la capacidad pronóstica. En nuestra muestra el punto de corte de 3,3 mostró una sensibilidad del 82% y una especificidad del 80% para predecir la MH.

Las escalas ISS, GAP y RTS son ampliamente utilizadas también como escalas pronósticas del paciente politraumático⁴⁻⁶, pero son complejas y poco prácticas al depender de sistemas de puntuación. Si bien el GAP y la escala empleada en este estudio pudieran parecer similares, el GAP emplea únicamente la PAS de manera aislada sin tener en cuenta la FC. Ello puede retrasar el diagnóstico de *shock* e infraestimar la gravedad del paciente debido a que en la población de más edad la PAS basal puede partir de cifras más elevadas, pudiendo además ser artefactada por la hipotermia, medicación,

shock neurogénico y otros factores. Hasta donde sabemos, este estudio es el primero en comparar el SIA/G con el GAP, el ISS y el RTS y, si bien las tres escalas fueron buenas predictoras de mortalidad precoz y hospitalaria, el SIA/G tuvo la mejor ABC COR para MH (0,88 vs 0,86 vs 0,86 vs 0,80), respectivamente y, por tanto la mejor relación sensibilidad/especificidad. El punto de corte SIA/G 3,3 obtuvo un riesgo de mortalidad hospitalaria superior incluso al punto de corte ISS > 15 puntos, clásicamente considerado como marcador de politraumatismo grave. Si a ello se añade la rapidez y la facilidad de su cálculo, consideramos que es la herramienta más útil en la valoración del paciente politraumático en urgencias.

Nuestro estudio tiene algunas limitaciones que podrían ser fuentes potenciales de sesgo. Es un estudio retrospectivo, por lo que son necesarios trabajos prospectivos para su validación. En segundo lugar, el estudio se realizó en un solo centro y, por lo tanto, se requerirá una validación multicéntrica nacional o internacional. Finalmente, la exclusión de pacientes con tratamiento cronotrópico (betabloqueantes) domiciliario impide aplicar estas escalas en pacientes tratados con este grupo de fármacos.

Podemos concluir que nuestros resultados indican que el SIA/G, una herramienta útil y fácil de calcular a pie de cama sin la necesidad de más información, sistemas de puntuación o equipo adicional, presenta una gran sensibilidad y especificidad para el pronóstico de mortalidad de pacientes politraumáticos. Un SIA/G más alto (> 3,3 puntos) indica una mayor MH y M24, por lo que su aplicación a la llegada del paciente al SU puede facilitar la toma de decisiones diagnósticas y terapéuticas en la “hora de oro” del politraumatismo. Además, el SIA/G demostró presentar mejor capacidad pronóstica que las escalas ISS, RTS y GAP para MH y ligeramente inferior al ISS para mortalidad inmediata. Sin embargo, la capacidad predictiva de cirugía por sangrado y de ingreso en UCI de las escalas analizadas no fue buena.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de interés en relación al presente artículo.

Financiación: Los autores declaran la no existencia de financiación en relación al presente artículo.

Responsabilidades éticas: Todos los autores han confirmado el mantenimiento de la confidencialidad y respeto de los derechos de los pacientes en el documento de responsabilidades del autor, acuerdo de publicación y cesión de derechos a EMERGENCIAS. El trabajo ha sido aprobado por el Comité de Ética del Hospital Universitario de Gran Canaria Dr. Negrín con el Código CEIm HUGCDN: 2021-012-1.

Artículo no encargado por el Comité Editorial y con revisión externa por pares.

Agradecimientos: A Carlos Jorge Ripper por su ayuda y apoyo incondicional.

Bibliografía

- Krug EG, Sharma GK, Lozano R. The global burden of injuries. *Am J Public Health.* 2000;90:523-6.
- Parks JK, Elliott AC, Gentilello LM, Shafi S. Systemic hypotension is a late marker of shock after trauma: a validation study of Advanced Trauma Life Support principles in a large national sample. *Am J Surg.* 2006;192:727-31.
- Nirula R, Maier R, Moore E, Sperry J, Gentilello L. Scoop and run to the trauma center or stay and play at the local hospital: hospital transfer's effect on mortality. *J Trauma.* 2010;69:595-601.
- Belzunegui Otano T, Ali Ali B. Escalas para el pronóstico del paciente con traumatismo grave. *Emergencias.* 2015;27:355-6.
- Champion HR, Sacco WJ, Copes WS, Gann DS, Gennarelli TA, Flanagan ME. A Revision of the Trauma Score. *J Trauma.* 1989;29:623-9.
- Kondo Y, Abe T, Kohshi K, Tokuda Y, Cook EF, Kukita I. Revised trauma scoring system to predict in-hospital mortality in the emergency department: Glasgow Coma Scale, Age, and Systolic Blood Pressure score. *Crit Care.* 2011;15:R191.
- Allgower M, Burri C. Schockindex. *Dtsch Med Wochenschr.* 1967;43:1-1.
- Baker SP, O'Neill B, Haddon W, Long WB. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma.* 1974;14:187-96.
- Birkhahn RH, Gaeta TJ, Terry D, Bove JJ, Tloczkowski J. Shock index in diagnosing early acute hypovolemia. *Am J Emerg Med.* 2005;23:323-6.
- Rady MY, Smithline HA, Blake H, Nowak R, Rivers E. A 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.
- King RW, Plewa MC, Buderer NM, Knotts FB. Shock index as a marker for significant injury in trauma patients. *Acad Emerg Med.* 1996;3:1041-5.
- Cannon CM, Braxton CC, Kling-Smith M, Mahnken JD, Carlton E, Moncure M. Utility of the shock index in predicting mortality in traumatically injured patients. *J Trauma.* 2009;67:1426-30.
- Olaussen A, Blackburn T, Mitra B, Fitzgerald M. Review article: Shock index for prediction of critical bleeding post-trauma: A systematic review. *Emerg Med Australas.* 2014;26:223-8.
- Campos-Serra A, Montmany-Vioque S, Rebas-Caldera P, Llaquet-Bayo H, Gràcia-Roman R, Colom-Gordillo A, et al. Aplicación del *Shock Index* como predictor de sangrado en el paciente politraumático. *Cir Esp.* 2018;96:494-500.
- Vandromme MJ, Griffin RL, Kerby JD, Mcgwin Jr G, Rue 3rd LW, Weinberg JA. Identifying risk for massive transfusion in the relatively normotensive patient: utility of the prehospital shock index. *J Trauma.* 2011;70:384-8.
- Demuro JP, Simmons S, Jax J, Gianelli SM. Application of the shock index to the prediction of need for hemostasis intervention. *Am J Emerg Med.* 2013;31:1260-3.
- Keller AS, Kirkland LL, Rajasekaran SY, Cha S, Rady MY, Huddleston JM. Unplanned transfers to the intensive care unit: the role of the shock index. *J Hosp Med.* 2010;5:460-5.
- Frohlich M, Driessen A, Böhmer A, Nienaber U, Igrassa A, Probst C, et al. Is the shock index based classification of hypovolemic shock applicable in multiple injured patients with severe traumatic brain injury? - an analysis of the TraumaRegister DGU®. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2016;24:148.
- Zarzaur BL, Croce MA, Magnotti LJ, Fabian TC. Identifying life-threatening shock in the older injured patient: an analysis of the National Trauma Data Bank. *J Trauma.* 2010;68:1134-8.
- Zarzaur BL, Croce MA, Fischer PE, Magnotti LJ, Fabian TC. New vitals after injury: shock index for the young and age x shock index for the old. *J Surg Res.* 2008;147:229-36.
- McNab A, Burns B, Bhullar I, Chesire D, Kerwin A. An analysis of shock index as a correlate for outcomes in trauma by age group. *Surgery.* 2013;154:384-7.
- Ghajar J. Traumatic brain injury. *Lancet.* 2000;356:923-9.
- Jeremitsky E, Omert L, Dunham CM, Protetch J, Rodriguez A. Harbingers of poor outcome the day after severe brain injury: hypothermia, hypoxia, and hypoperfusion. *J Trauma.* 2003;54:312-9.
- McMahon CG, Kenny R, Bennett K, Kirkman E. Modification of acute cardiovascular homeostatic responses to hemorrhage following mild to moderate traumatic brain injury. *Crit Care Med.* 2008;36:216-24.
- McMahon CG, Kenny R, Bennett K, Little R, Kirkman E. Effect of acute traumatic brain injury on baroreflex function. *Shock.* 2011;35:53-8.
- Teasdale G, Jennett B. Assessment of coma and impaired consciousness: a practical scale. *Lancet.* 1974;2:81-4.
- Kimura A, Nakahara S, Chadbunchachai W. The development of simple survival prediction models for blunt trauma victims treated at Asian emergency centers. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2012;20:5-10.
- Kimura A, Chadbunchachai W, Nakahara S. Modification of the Trauma and Injury Severity Score (TRISS) method provides better survival prediction in Asian blunt trauma victims. *World J Surg.* 2012;36:813-8.
- Kimura A, Tanaka N. Reverse shock index multiplied by Glasgow Coma Scale score (rSIG) is a simple measure with high discriminant ability for mortality risk in trauma patients: an analysis of the Japan Trauma Data Bank. *Crit Care.* 2018;22:87.