



ORIGINAL

Predicción de hemorragia masiva. Índice de shock e índice de shock modificado



L.J. Terceros-Almanza*, C. García-Fuentes, S. Bermejo-Aznárez, I.J. Prieto-del Portillo, C. Mudarra-Reche, I. Sáez-de la Fuente y M. Chico-Fernández

Unidad de Trauma y Emergencias, Servicio de Medicina Intensiva, Hospital Universitario 12 de Octubre, Madrid, España

Recibido el 22 de mayo de 2016; aceptado el 2 de octubre de 2016
Disponible en Internet el 8 de abril de 2017

PALABRAS CLAVE

Hemorragia masiva;
Transfusión masiva;
Índice de shock;
Índice de shock modificado;
Escala de severidad del trauma;
Escala de trauma revisado

Resumen

Objetivo: Determinar la capacidad de predicción del índice de shock y del índice de shock modificado para hemorragia masiva tras sufrir un trauma grave.

Diseño: Cohorte retrospectiva.

Ámbito: Atención inicial hospitalaria al paciente con enfermedad traumática grave en una unidad de cuidados intensivos de trauma de un hospital terciario.

Sujetos: Pacientes mayores de 14 años con trauma grave (*injury severity score* [ISS] > 15), admitidos de forma consecutiva desde enero de 2014 hasta diciembre de 2015.

Variables: Se estudiaron sensibilidad (Se), especificidad (Sp), valores predictivos positivo y negativo (VP+ y VP-), razones de verosimilitud positiva y negativa (RV+ y RV-), curvas ROC (*receiver operating characteristics*) y el área bajo las mismas (AUROC) para predicción de hemorragia masiva.

Resultados: Se incluyeron 287 pacientes, el 76,31% (219) fueron varones, con una edad media de 43,36 ($\pm 17,71$) e ISS de 26 (rango intercuartil [RIC]: 21-34). La frecuencia global de hemorragia masiva fue de 8,71% (25). Para el índice de shock se obtuvo: AUROC de 0,89 (intervalo de confianza [IC] 95%: 0,84-0,94), con un punto de corte óptimo en 1,11, Se del 91,3% (IC 95%: 73,2-97,58) y Sp del 79,69% (IC 95%: 74,34-84,16). Para el índice de shock modificado se obtuvo: AUROC de 0,90 (IC 95%: 0,86-0,95), con un punto de corte óptimo en 1,46, Se del 95,65% (IC 95%: 79,01-99,23) y Sp del 75,78% (IC 95%: 70,18-80,62).

Conclusiones: El índice de shock y el índice de shock modificado son buenos predictores de hemorragia masiva y de fácil aplicación durante la atención inicial del trauma grave.

© 2017 Elsevier España, S.L.U. y SEMICYUC. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: luchoter000@hotmail.com (L.J. Terceros-Almanza).

KEYWORDS

Massive bleeding;
 Massive transfusion;
 Shock index;
 Modified shock index;
 Injury severity score;
 Revised trauma score

Prediction of massive bleeding. Shock index and modified shock index**Abstract**

Objective: To determine the predictive value of the Shock Index and Modified Shock Index in patients with massive bleeding due to severe trauma.

Design: Retrospective cohort.

Setting: Severe trauma patient's initial attention at the intensive care unit of a tertiary hospital.

Subjects: Patients older than 14 years that were admitted to the hospital with severe trauma (Injury Severity Score > 15) from January 2014 to December 2015.

Variables: We studied the sensitivity (Se), specificity (Sp), positive and negative predictive value (PV+ and PV-), positive and negative likelihood ratio (LR+ and LR-), ROC curves (Receiver Operating Characteristics) and the area under the same (AUROC) for prediction of massive hemorrhage.

Results: 287 patients were included, 76.31% (219) were male, mean age was 43,36 (\pm 17.71) years and ISS was 26 (interquartile range [IQR]: 21-34). The overall frequency of massive bleeding was 8.71% (25). For Shock Index: AUROC was 0.89 (95% confidence intervals [CI] 0.84 to 0.94), with an optimal cutoff at 1.11, Se was 91.3% (95% CI: 73.2 to 97.58) and Sp was 79.69% (95% CI: 74.34 to 84.16). For the Modified Shock Index: AUROC was 0.90 (95% CI: 0.86 to 0.95), with an optimal cutoff at 1.46, Se was 95.65% (95% CI: 79.01 to 99.23) and Sp was 75.78% (95% CI: 70.18 to 80.62).

Conclusion: Shock Index and Modified Shock Index are good predictors of massive bleeding and could be easily incorporated to the initial workup of patients with severe trauma.

© 2017 Elsevier España, S.L.U. y SEMICYUC. All rights reserved.

Introducción

El shock hemorrágico es la principal causa de muerte prevenible tras sufrir un trauma grave. Su identificación precoz sigue siendo difícil a nivel extrahospitalario y hospitalario, lo que causa un infratriage y una transferencia inapropiada^{1,2}.

El diagnóstico precoz del shock hemorrágico es un *sine qua non* para mejorar los resultados tras sufrir un trauma y con ello el control del sangrado. Una predicción precoz y precisa del shock hemorrágico permite la preparación adecuada del equipo de atención inicial y la activación precoz del protocolo de hemorragia masiva (PHM)³⁻⁵.

Estudios retrospectivos analizan diferentes índices de predicción, valorando su capacidad diagnóstica para hemorragia masiva (HM). Estos índices son complicados de realizar; para su determinación precisan de resultados de laboratorio y pruebas de imagen que consumen mucho tiempo y son difíciles de realizar a nivel extrahospitalario⁶.

Por otro lado, parámetros clínicos simples como la frecuencia cardíaca o la presión arterial han demostrado ser inexactos para predecir HM⁷⁻⁹.

El índice de shock (IS), definido como la frecuencia cardíaca dividida por la presión arterial sistólica, y el índice de shock modificado (ISM), definido como la frecuencia cardíaca dividida por la presión arterial media, son 2 índices que por su simplicidad y fácil aplicabilidad han sido motivo de estudio por diferentes autores.

Distintos estudios han demostrado que tras sufrir un trauma grave, un IS elevado se asocia con una elevada mortalidad¹⁰⁻¹² y con la gravedad de la lesión¹³. El IS también se ha utilizado como predictor de días de ventilación

mecánica y de estancia hospitalaria¹⁴, así como de la probabilidad de ingreso en una unidad de críticos¹⁵. Finalmente, existen estudios que relacionan el IS con la necesidad de transfusión sanguínea y la necesidad de una intervención hemostática¹⁶. Sin embargo, se sabe menos sobre su capacidad diagnóstica de HM.

El objetivo de nuestro estudio es determinar la capacidad de predicción del IS y del ISM para HM y determinar el punto de corte óptimo en pacientes que han sufrido un trauma grave.

Diseño y métodos

Estudio de cohortes retrospectiva (se incluyen todos los pacientes de forma consecutiva), realizado en una UCI de trauma y emergencias de un hospital terciario. Se incluyen pacientes mayores de 14 años con trauma grave (*injury severity score* [ISS] > 15), a quienes realizamos la atención inicial a su llegada al hospital, admitidos desde enero de 2014 hasta diciembre de 2015 (se han excluido pacientes con parada cardiorrespiratoria en la atención extrahospitalaria, traumatismo raquímedular, uso de medicación que regula la frecuencia cardíaca y reanimación inicial realizada en otro centro). La atención inicial al trauma la realiza un equipo de atención especializado, constituido por 2 médicos de intensivos (adjunto y residente), 2 enfermeras, un auxiliar y 2 celadores. También integran el equipo diferentes especialidades consultoras relacionadas con la asistencia al paciente traumático. La atención se realiza según los esquemas del *Advanced Trauma Life Support* (ATLS). El hospital cuenta

con un PHM aprobado por la comisión de transfusiones y la dirección del hospital.

La recogida de variables se realizó con enmascaramiento del observador. Se recogieron: variables demográficas (edad y sexo); variables fisiológicas (se recoge la primera frecuencia cardíaca, presiones arteriales sistólica y diastólica tras su llegada al hospital —box de reanimación inicial de UCI—); variables analíticas (gasometría arterial-pH, exceso de bases [EB], láctico, y variables pronósticas (*revised trauma score* [RTS], ISS). Se realizó una consulta del registro de transfusión de nuestra unidad, de donde se obtuvo el número de concentrados de hemáties transfundidos en las primeras 24 h de cada paciente. Se definió HM a la administración de 10 o más concentrados de hemáties en las primeras 24 h de ingreso tras el trauma. Posteriormente se realizó el cálculo matemático para determinar el IS y el ISM. El IS fue definido como la frecuencia cardíaca dividida por la presión

arterial sistólica, y el ISM fue definido como la frecuencia cardíaca dividida por la presión arterial media; no se realizó la determinación del ISM en los pacientes sin presión arterial diastólica. Finalmente, se revisó el informe médico de alta, para valorar la estancia hospitalaria y la mortalidad.

Para el análisis de variables cualitativas se utilizó como medida de frecuencia la proporción. Para las variables cuantitativas se utilizó la media (\pm desviación estándar) y la mediana (rango intercuartil [RIC]). Para estimar la relación entre 2 variables categóricas se utilizaron las pruebas de χ^2 y exacta de Fisher. Para la comparación entre 2 medias se utilizó la prueba t de Student (previo supuesto de normalidad —prueba de Kolmogorov-Smirnov— y homogeneidad de varianzas —prueba de Levene—); si se vulneran los supuestos se aplica la prueba T de Wilcoxon (nivel de significación 0,05).

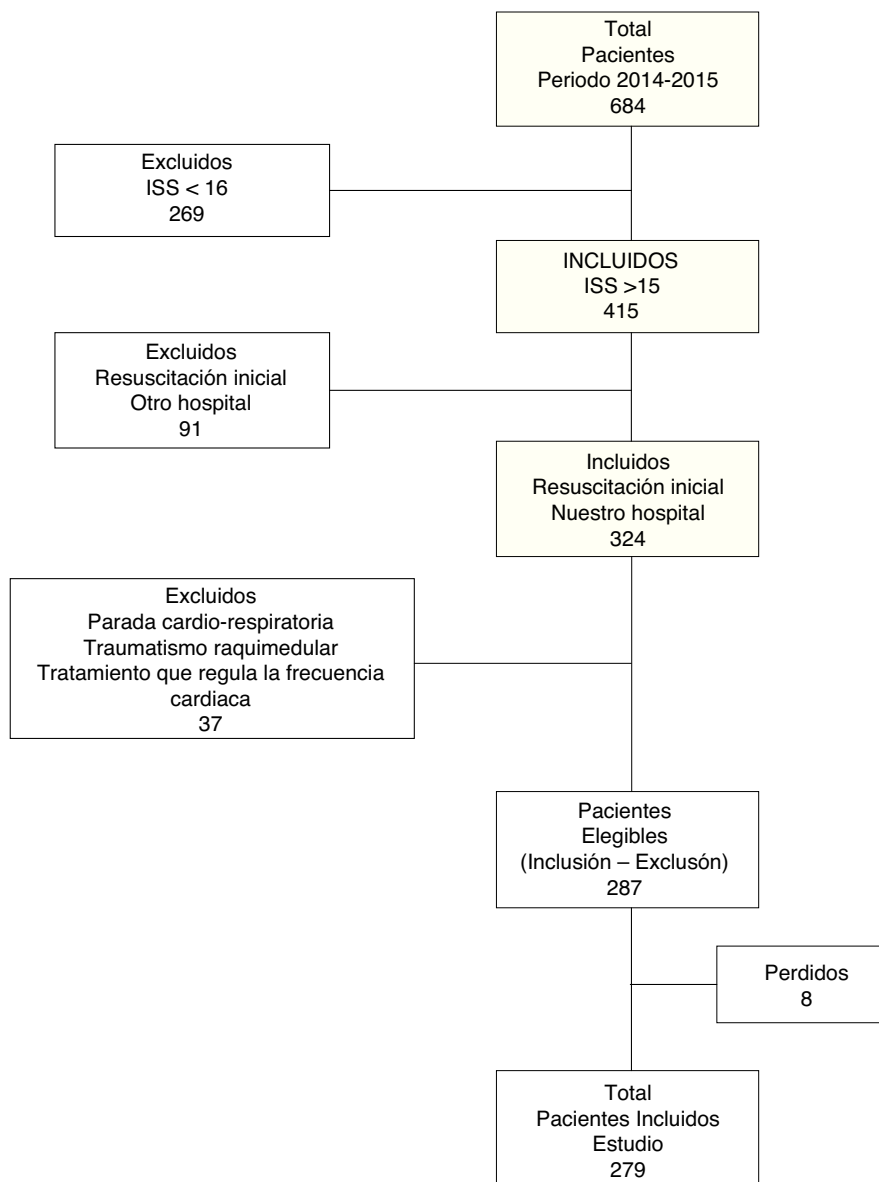
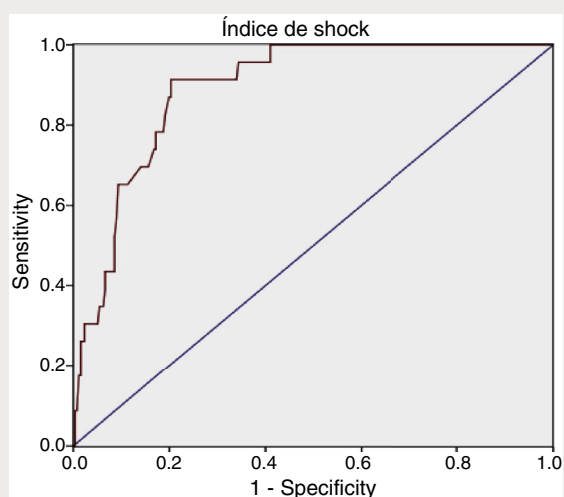
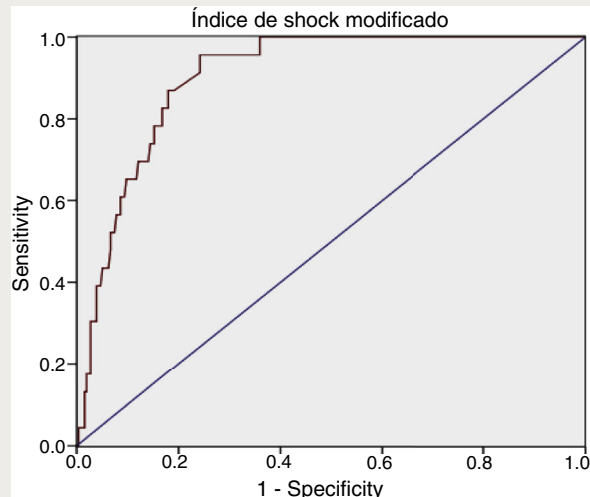


Figura 1 Flujo de pacientes incluidos en el estudio. Periodo 2014-2015.

Tabla 1 Determinación diagnóstica del índice de shock e índice de shock modificado

AUROC = 0,89 (IC 95%: 0,84-0,94)
 Punto de corte óptimo = 1,11
 Se = 91,3% (IC 95%: 73,2-97,58)
 Sp = 79,69% (IC 95%: 74,34-84,16)
 VP+ = 30,77%, VP- = 98,93%
 RV+ = 4,49, 1/RV- = 9,16



AUROC = 0,90 (IC 95%: 0,86-0,95)
 Punto de corte óptimo = 1,46
 Se = 95,65% (IC 95%: 79,01-99,23)
 Sp = 75,78% (IC 95%: 70,18-80,62)
 VP+ = 28,09%, VP- = 99,44%
 RV+ = 3,95, 1/RV- = 17,43

AUROC: área bajo las curvas ROC; IC: intervalo de confianza; RV+: razón de verosimilitud positiva; RV-: razón de verosimilitud negativa; Se: sensibilidad; Sp: especificidad; VP+: valor predictivo positivo; VP-: valor predictivo negativo.

Para cada índice se calcularon la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo (VP+), valor predictivo negativo (VP-), razón de verosimilitud positiva (RV+) y razón de verosimilitud negativa (RV-). Se obtuvieron las curvas *receiver operating characteristics* (ROC) y se calculó el área bajo la curva (AUROC) con sus respectivos intervalos de confianza al 95%. Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico SPSS® para Windows (versión 19.0).

Resultados

Se estudiaron 287 pacientes (fig. 1). El 76,31% (219) fueron hombres, con una edad media de 43,36 ($\pm 17,71$) años y un ISS de 26 (RIC: 21-34). El trauma cerrado fue del 91,6% (con la precipitación como mecanismo más frecuente). La frecuencia global de HM fue del 8,71% (25), los días de estancia en UCI de 3,74 (RIC: 1,81-11,55) y la mortalidad, del 15,33% (44).

Para el IS se obtuvo: AUROC de 0,89 (IC 95%: 0,84-0,94), con un punto de corte óptimo en 1,11, sensibilidad del 91,3% (IC 95%: 73,2-97,58) y especificidad del 79,69% (IC 95%: 74,34-84,16).

Para el ISM se obtuvo: AUROC de 0,90 (IC 95%: 0,86-0,95), con un punto de corte óptimo en 1,46, sensibilidad del 95,65% (IC 95%: 79,01-99,23) y especificidad del 75,78% (IC 95%: 70,18-80,62) (tabla 1).

Se realizó un análisis a posteriori con los puntos de corte establecidos y se contrastaron diferentes variables obteniendo diferencias significativas para HM, gravedad de la lesión (ISS), coagulopatía, estancia en UCI y mortalidad (tabla 2).

Discusión

El shock hemorrágico es el tipo de shock que con mayor frecuencia presentan los pacientes que han sufrido una lesión traumática grave e identificarlo precozmente es fundamental para el pronóstico del paciente.

Nuestro estudio demuestra que ambos índices tienen una buena capacidad de predicción de HM y nuestros resultados son comparables a otros estudios que demuestran que el IS y el ISM podrían ser útiles en la identificación del shock hemorrágico tanto a nivel extrahospitalario como hospitalario.

A nivel extrahospitalario, Mitra et al. utilizan un punto de corte ≥ 1 del IS para predicción de HM (HM definida como al menos 5 concentrados de hematíes en 4 h); con ello obtienen una sensibilidad del 47,9% y una especificidad del 90,5%¹⁷. Vandromme et al. observan en pacientes atendidos a nivel extrahospitalario un incremento significativo del riesgo de HM (HM definida como al menos 10 concentrados en 24 h) para los pacientes con un IS $> 0,9$ ¹⁸.

A nivel hospitalario, Mutschler et al. determinan que un IS entre 1-1,4 y $> 1,4$, 31% y 57% de los pacientes requieren al menos 10 concentrados de hematíes en las primeras 24 h respectivamente¹⁹. Hagiwara et al. describen que en los pacientes con HM (HM definida como al menos 4 concentrados de hematíes en 24 h) la media del IS fue de 1,05 ($\pm 0,58$) y de 0,64 ($\pm 0,21$) en los pacientes sin HM²⁰.

Existen muchos factores que pueden modificar el IS y el ISM; por ejemplo, a nivel extrahospitalario la presencia de dolor y ansiedad pueden ser causa de taquicardia y con ello aumentar los valores de los índices, o la medición de la presión arterial con sistemas manuales o automáticos. Se sabe

Tabla 2 Características de los pacientes según el índice de shock y el índice de shock modificado

	Global	Índice de shock			Índice de shock modificado		
		< 1,11	> 1,11	p	< 1,46	> 1,46	p
Pacientes n (%)	279	206	73		194	85	
Edad	43,36 (± 17,71)	43,51 (± 17,95)	42,92 (± 17,18)	0,341	43,87 (± 17,81)	42,21 (± 17,72)	0,119
Sexo n (%)	219 (76,31%)	160 (77,29%)	53 (72,6%)	0,428	150 (77,32%)	63 (74,12%)	0,646
ISS (RIC)	26,5 (21-34)	25 (19,5-29)	38 (29-49)	< 0,001	25 (20-29)	34 (25-46,5)	< 0,001
RTS (RIC)	6,9 (5,03-7,84)	6,9 (5,97-7,84)	5,44 (4,4-6,38)	< 0,001	6,9 (5,55-7,84)	5,97 (4,5-6,9)	< 0,001
PAS	111,06 (± 26,28)	122,11 (± 19,09)	80 (± 17,29)	< 0,001	122,17 (± 20,05)	85,25 (± 20,26)	< 0,001
PAD	64,79 (± 17,08)	70,99 (± 13,61)	47,36 (± 13,43)	< 0,001	72,31 (± 13,14)	47,13 (± 10,86)	< 0,001
PAM	80,21 (± 19,32)	88,03 (± 14,25)	58,24 (± 14,03)	< 0,001	88,93 (± 14,29)	59,84 (± 12,98)	< 0,001
FC	95,69 (± 22,79)	89,22 (± 19,6)	113,89 (± 21,35)	< 0,001	87,31 (± 18,77)	114,03 (19,2)	< 0,001
HM n (%)	25 (8,71%)	2 (1%)	21 (28,8%)	< 0,001	1 (0,52%)	22 (25,88%)	< 0,001
CH/ml (RIC)	0 (0-562,5)	0 (0)	1.500 (500-2.500)	< 0,001	0 (0)	1.000 (0-2.500)	< 0,001
Coagulopatía n (%)	43 (14,98%)	10 (4,9%)	30 (42,25%)	< 0,001	9 (4,71%)	31 (37,35%)	< 0,001
pH (RIC)	7,32 (7,27-7,38)	7,33 (7,29-7,39)	7,30 (7,20-7,35)	0,892	7,33 (7,29-7,39)	7,30 (7,20-7,34)	0,455
EB (RIC)	-3,8 (-7,23 a -1,08)	-2,8 (-6,2 a -0,75)	-6,8 (-8,9 a -6,8)	< 0,001	-2,9 (-6,5 a -0,7)	-6,2 (-8,6 a -2,45)	< 0,001
Láctico (RIC)	2 (1,3-3,1)	1,7 (1,2-2,4)	3,2 (2-4,76)	< 0,001	1,75 (1,2-2,48)	2,8 (1,7-4,35)	< 0,001
Estancia UCI (RIC)	3,74 (1,81-11,55)	3,35 (1,74-8,94)	10,19 (2,49-18,06)	< 0,001	3,34 (1,7-9,39)	8,81 (2,2-16)	< 0,001
Mortalidad n (%)	44 (15,33%)	23 (11,11%)	17 (23,94%)	0,011	22 (11,34%)	18 (21,69%)	0,039

CH: concentrados de hemátias; EB: exceso de bases; FC: frecuencia cardiaca; HM: hemorragia masiva; ISS: *injury severity score*; PAD: presión arterial diastólica; PAM: presión arterial media; PAS: presión arterial sistólica; RIC: rango intercuartil; RTS: *revised trauma score*; UCI: unidad de cuidados intensivos.

que la toma de la presión arterial con sistemas automáticos aumenta la presión arterial y con ello disminuir los valores de dichos índices. También debemos tener en cuenta la influencia del tratamiento a nivel extrahospitalario; Hagiwara et al. describen que pacientes con sangrado y que recibieron al menos 1 l de sueroterapia a nivel extrahospitalario tenían un IS más alto ($1,1 \pm 0,6$ vs. $1,05 \pm 0,58$)²⁰. Por otro lado, existe diferencia cuando la estimación de los índices se realiza de forma puntual o por medidas repetidas; Chen et al. realizan un estudio en el cual concluyen que la determinación del IS a lo largo de un periodo de tiempo tiene una mayor predicción para HM²¹.

El IS y el ISM no solo han sido estudiados para la predicción de HM, índices elevados se han relacionado con una mayor mortalidad, gravedad de lesión (ISS) y días de estancia en UCI. Cannon et al. determinan que los pacientes con un IS de 0,9 y que han sufrido un trauma grave tienen tasas de mortalidad más altas¹⁰. McNab et al. observan la tendencia del IS durante el traslado del paciente a un centro hospitalario, y describen que un aumento $\geq 0,3$ se asocia a un aumento de la mortalidad (27,6% vs. 5,8%) y se correlaciona con una mayor estancia hospitalaria¹⁴. Nuestro estudio encontró también diferencias en la gravedad de la lesión (ISS), coagulopatía, estancia en UCI y mortalidad.

El presente estudio tiene muchas limitaciones, entre ellas el ser un estudio que recoge las variables de forma retrospectiva, aunque la mayoría de estudios realizados hasta la fecha son estudios retrospectivos, tal y como demuestran Olaussen et al. en una revisión realizada por su grupo, según la cual, de los 351 estudios obtenidos en la búsqueda, solo 5 cumplían sus criterios de inclusión para valorar el IS como predictor de sangrado crítico²².

Otra limitación fundamental es la falta de una definición universal de HM. La definición de 10 concentrados en 24 h introduce sesgos por excluir los pacientes con muerte temprana, excluir a los pacientes con sangrado activo y control posterior del sangrado (arteriografía y/o quirófano) que no llegaron a recibir 10 concentrados e incluir los pacientes sin necesidad de una transfusión aguda²³. Nuestro grupo realizó un subanálisis de los pacientes que recibieron entre 4 y 10 concentrados en las primeras 24 h: 39 pacientes tenían un probable foco de sangrado activo (necesidad de 4 a 10 concentrados en 24 h) de los cuales el 84,7% (33) presentaban inestabilidad hemodinámica, el 53,8% (21) precisaron de cirugía y/o arteriografía para el control de sangrado y 7 fallecieron por shock hemorrágico refractario sin llegar a recibir 10 concentrados de hematies. Debido a ello, al igual que Hagiwara et al.²⁰ y Olaussen et al.²² consideramos necesario revisar los criterios de diagnóstico de HM y buscar una definición con una mayor sensibilidad para la identificación de la enfermedad (al menos 4 concentrados en 24 h o al menos 5 concentrados en 4 h)^{23,24}.

Conclusiones

El IS y el ISM son buenos predictores de HM y de fácil aplicación durante la atención inicial del trauma grave. Nuestro punto de corte para el IS es de 1,11 y para el ISM es de 1,46.

Autoría

Luis Juan Terceros-Almanza: búsqueda bibliográfica. Base de datos. Recogida de datos. Análisis estadístico. Redacción del artículo. Carlos García-Fuentes: búsqueda Bibliográfica. Base de datos. Recogida de datos. Análisis estadístico. Redacción del artículo. Susana Bermejo-Aznárez: redacción del artículo. Isidro Javier Prieto del Portillo: recogida de datos. Carolina Mudarra-Reche: recogida de datos. Ignacio Sáez-de la Fuente: recogida de datos. Mario Chico-Fernández: redacción del artículo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

A la Unidad de Trauma y Emergencias del Servicio de Medicina Intensiva del Hospital Universitario 12 de Octubre.

Bibliografía

1. Haas B, Gomez D, Zagorski B, Stukel TA, Rubinfeld GD, Nathens AB. Survival of the fittest: The hidden cost of undertriage of major trauma. *J Am Coll Surg*. 2010;211:804–11.
2. Sampalis JS, Denis R, Frechette P, Brown R, Fleischer D, Mulder D. Direct transport to tertiary trauma centers versus transfer from lower level facilities: Impact on mortality and morbidity among patients with major trauma. *J Trauma*. 1997;43:288–96.
3. Birkhahn RH, Gaeta TJ, Terry D, Bove JJ, Tloczkowski J. Shock index in diagnosing early acute hipovolemia. *Am J Emerg Med*. 2005;23:323–6.
4. Larson CR, White CE, Spinella PC, Jones JA, Holcomb JB, Blackburn LH, et al. Association of shock, coagulopathy, and initial vital signs with massive transfusion in combat casualties. *J Trauma*. 2010;69 Suppl. 1:S26–32.
5. Evans JA, van Wessem KJ, McDougall D, Lee KA, Lyons T, Balogh ZJ. Epidemiology of traumatic deaths: Comprehensive population-based assessment. *World J Surg*. 2010;34:158–63.
6. Chico-Fernández M, García-Fuentes C, Alonso-Fernández MA, Toral-Vázquez D, Bermejo-Aznárez S, Alted-López E. Massive transfusion predictive scores in trauma. Experience of a transfusion registry. *Med Intensiva*. 2011;35:546–51.
7. Victorino GP, Battistella FD, Wisner DH. Does tachycardia correlate with hypotension after trauma? *J Am Coll Surg*. 2003;196:679–84.
8. Brasel KJ, Guse C, Gentilello LM, Nirula R. Heart rate: Is it truly a vital sign? *J Trauma*. 2007;62:812–7.
9. Gutierrez G, Reines HD, Wulf-Gutierrez ME. Clinical review: Hemorrhagic shock. *Crit Care*. 2004;8:373–81.
10. 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.
11. Liu YC, Liu JH, Fang ZA, Shan GL, Xu J, Qi ZW, et al. Modified shock index and mortality rate of emergency patients. *World J Emerg Med*. 2012;3:114–7.
12. Singh A, Ali S, Agarwal A, Srivastava RN. Correlation of shock index and modified shock index with the outcome of adult trauma patients: A prospective study of 9860 patients. *N Am J Med Sci*. 2014;6:450–2.
13. Paladino L, Subramanian RA, Nabors S, Sinert R. The utility of shock index in differentiating major from minor injury. *Eur J Emerg Med*. 2011;18:94–8.

14. McNab A, Burns B, Bhullar I, Chesire D, Kerwin A. A prehospital shock index for trauma correlates with measures of hospital resource use and mortality. *Surgery*. 2012;152:473–6.
15. 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.
16. 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.
17. Mitra B, Fitzgerald M, Chan J. The utility of a shock index ≥ 1 as an indication for pre-hospital oxygen carrier administration in major trauma. *Injury*. 2014;45:61–5.
18. Vandromme MJ, Griffin RL, Kerby JD, McGwin G Jr, Rue LW3rd, Weinberg JA. Identifying risk for massive transfusion in the relatively normotensive patient: Utility of the prehospital shock index. *J Trauma*. 2011;70:384–90.
19. Mutschler M, Nienaber U, Münzberg M, Wöfl C, Schoechl H, Paffrath T, et al. The shock index revisited — a fast guide to transfusion requirement? A retrospective analysis on 21,853 patients derived from the Trauma Register DGU. *Crit Care*. 2013;17:R172.
20. Hagiwara A, Kimura A, Kato H, Mizushima Y, Matsuoka T, Takeda M, et al. Hemodynamic reactions in patients with hemorrhagic shock from blunt trauma after initial fluid therapy. *J Trauma*. 2010;69:1161–8.
21. Chen L, Reisner AT, Gribok A, Reifman J. Exploration of prehospital vital sign trends for the prediction of trauma outcomes. *Prehosp Emerg Care*. 2009;13:286–94.
22. Olausson A, Blackburn T, Mitra B, Fitzgerald M. Shock index for prediction of bleeding post trauma: A systematic review. *Emerg Med Australas*. 2014;26:223–8.
23. Mitra B, Cameron PA, Gruen RL, Mori A, Fitzgerald M, Street A. The definition of massive transfusion in trauma: A critical variable in examining evidence for resuscitation. *Eur J Emerg Med*. 2011;18:137–42.
24. Zatta AJ, McQuilten ZK, Mitra B, Roxby DJ, Sinha R, Whitehead S, et al., Massive Transfusion Registry Steering Committee. Elucidating the clinical characteristics of patients captured using different definitions of massive transfusion. *Vox Sang*. 2014;107:60–70.